



Universidad  
**Inca Garcilaso de la Vega**  
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

Fisioterapia en fracturas del carpo

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el título profesional de Licenciado en Tecnología Médica en la Carrera  
Profesional de Terapia Física y Rehabilitación

**AUTOR (ES)**

Sulca Tacilla, Ashlmy Delia del Milagro

**ASESOR**

Lic. Buendía Galarza, Javier

**Lima, 06 de Julio del 2019**

## *DEDICATORIA*

*A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres.*



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que forman parte de la Universidad Inca Garcilaso de la vega, por abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso educativo dentro de su establecimiento.

De igual manera mis agradecimientos, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todas las personas que siempre confiaron en mí.



## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Los ocho huesos que conforman el carpo se interrelacionan entre sí en un espacio cerrado y pequeño. Por eso, las fuerzas que los dañan rara vez provocan un traumatismo en el carpo, una sola lesión en un único hueso en especial. La fractura del escafoides es la más frecuente de las fracturas del carpo, seguida por las fracturas del piramidal. En los otros huesos del carpo las fracturas son raras. Es importante saber buscarlas y diagnosticarlas de manera precoz, igualmente determinar si existen o no lesiones asociadas a nivel de los ligamentos. Con el fin de obtener una reducción perfecta de los fragmentos de estos pequeños huesos y por ende su consolidación se ha desarrollado ampliamente el tratamiento quirúrgico de estas fracturas. No obstante, el tratamiento ortopédico conserva su interés en caso de fractura sin desplazamiento por ser más sencillo y sobre todo por la fiabilidad del resultado con un riesgo mínimo de complicaciones. En las fracturas de la mano, tenemos diferentes tipos de modalidades en fisioterapia para mejorar más rápido el estado del paciente; este trabajo tiene que ser multidisciplinario, teniendo en cuenta los cuidados que se deben tener en la rehabilitación. Se debe cuidar la mano del paciente, evitando adherencia en el tejido y realizando ejercicios de fortalecimiento y terapia manual.

**Palabras claves:** fisioterapia, fractura, traumatismo del carpo, escafoides, rehabilitación.

## Carpal Fracture in physiotherapy

### ABSTRACT AND KEYWORDS

The eight bones that make up the carpus interrelate with each other in a small enclosed space. Therefore, the forces that damage them rarely cause carpal trauma, a single injury in a single bone in particular. The fracture of the scaphoid is the most frequent fracture of the carpus, followed by the fractures of the pyramidal. In the other carpal bones, fractures are rare. It is important to know how to look for them and diagnose them early, as well as to determine if there are associated lesions at the level of the ligaments. In order to obtain a perfect reduction of the fragments of these small bones and therefore their consolidation, the surgical treatment of these fractures has been widely developed. However, orthopedic treatment retains its interest in case of fracture without displacement because it is easier and above all because of the reliability of the result with a minimal risk of complications. In fractures of the hand, we have different types of physiotherapy modalities to improve the patient's condition faster; this work has to be multidisciplinary, taking into account the care that should be taken in rehabilitation. The hand of the patient must be taken care of, avoiding adherence in the tissue and performing strengthening exercises and manual therapy.

**Keywords:** physiotherapy, fracture, carpal trauma, scaphoid, rehabilitation

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA .....	12
1.1. Estructura ósea.....	12
1.1.1 Fila proximal. ....	13
1.1.2 Fila distal. ....	14
1.3. Músculos.....	16
1.4. Fascia y vainas sinoviales .....	21
1.5. Nervios .....	22
1.5.1. Nervio radial.....	22
1.5.2. Nervio mediano.....	22
1.6. Arterias de la mano.....	23
1.6.1. Arteria radial.....	23
1.6.2. Arteria cubital.....	24
1.7. Osteocinematica.....	25
1.8. Biomecánica.....	26
1.8.1. Articulaciones carpo metacarpianas.....	26
1.8.3. Articulaciones Interfalángicas.....	29
1.9. Artrocinemática.....	30
2. CAPÍTULO II: FISIOPATOLOGÍA.....	33
2.1. Tipos de consolidación .....	33
2.1.1. Consolidación primaria. ....	33
2.2. Fases de consolidación.....	34
2.2.2. Fase de reparación. ....	34
2.2.3. Fase de remodelación.....	35
2.3. Fractura de los huesos del carpo .....	35
2.3.1. Fractura del hueso semilunar.....	36

2.3.2.	Fractura del hueso piramidal. ....	37
2.3.3.	Fracturas del hueso pisiforme.....	38
2.3.4.	Fracturas del hueso grande. ....	39
2.3.5.	Fracturas del hueso ganchoso. ....	40
2.3.6.	Fracturas del hueso trapezoide. ....	40
2.3.7.	Fracturas del trapecio.....	41
2.3.8.	Fracturas del escafoides.....	41
3	CAPÍTULO III: EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO .....	43
3.1.	Inspección. ....	44
3.2.	Palpación.....	44
3.3.	Exploración física funcional. ....	46
3.4.	Sensibilidad .....	48
3.5.	Pruebas de valoración muscular. ....	49
3.6.	Exploración neurológica.....	52
3.6.1.	Signo de Tinel.....	52
3.6.2.	Test de Phalen.....	52
3.6.3.	Test de compresión digital.....	52
4	CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO .....	53
4.1.	Objetivos ortopédicos. ....	53
4.2.	Objetivos del tratamiento:.....	53
4.3.	Objetivos funcionales: .....	53
4.5.	Tiempo previsto de la consolidación: .....	54
4.6.	Tiempo previsto de rehabilitación: .....	54
4.7.	Método de tratamiento .....	55
4.7.1.	Yeso.....	55
4.7.2.	Reducción abierta y fijación interna.....	55
4.8.	Lesiones asociadas .....	56

4.9. Carga.....	56
4.10. Marcha.....	56
4.11. Fase no consolidada: .....	56
4.11.1. Objetivos .....	56
4.11.2. Principios .....	56
4.12. Fase consolidada .....	58
4.7.2. Objetivos.....	58
4.7.3. Principios.....	59
4.8. Tratamiento de cuatro a seis semanas .....	59
4.9. Tratamiento ocho a doce semanas: .....	60
4.10. Tratamiento de doce a dieciséis semanas.....	62
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES .....	65
Referencias Bibliograficas.....	66
ANEXOS .....	69
ANEXO 1 .....	69
ANEXO 2 .....	70
ANEXO 3 .....	71
ANEXO 4:.....	72
ANEXO 5 .....	73
ANEXO 6:.....	74
ANEXO 7 .....	75
ANEXO 8 .....	76
ANEXO 9 .....	77
ANEXO 10 .....	78
ANEXO 12 .....	79
ANEXO 13 .....	80



ANEXO 14 .....	81
ANEXO 15 .....	82
ANEXO 16 .....	83
ANEXO 17: .....	84
ANEXO 18 .....	85
ANEXO 19 .....	86
ANEXO 20: .....	87
ANEXO 21 .....	88



## INTRODUCCIÓN

Las fracturas de las falanges y metacarpianos son comunes y debilitantes, por lo menos temporalmente. Éstas afectan en gran medida la capacidad de la mano, su vulnerabilidad y resiliencia (5).

El carpo se encuentra conformado por 7 huesos dispuestos en 2 filas; en la fila proximal, el escafoides, semilunar y piramidal, y en la fila distal están el trapecio, trapezoide, hueso grande y ganchoso; el pisiforme se encuentra en la fila proximal, se articula directamente con el piramidal y es considerado un hueso sesamoideo (3).

Los metacarpianos mayormente afectados son el cuarto y el quinto, siendo el desplazamiento dorsal la forma más frecuente de luxación. Son producidas en la mayoría de los casos por trauma contuso de alta energía y se pueden acompañar de fracturas de los huesos del carpo y la base de los metacarpianos. Se trata de lesiones altamente inestables por lo que su tratamiento es generalmente quirúrgico (6).

Las fracturas de los huesos del carpo son condiciones poco frecuentes en adultos, y todavía menos frecuente en niños, se estima una incidencia del 8 al 18% en adultos, al ser subestimado su diagnóstico; dentro de estas, la fractura del pisiforme ocupa el segundo lugar, con una incidencia de 0.2 a 3%, posterior a las fracturas del hueso escafoides, que son las más frecuentes (3).

Las fracturas de escafoides son lesiones comunes en situaciones de emergencia, que representan el 11% de todas las fracturas de mano y el 60% fracturas del carpo; el 80% de la superficie del escafoides está cubierta por cartílago, y el 70% -80% de su suministro arterial es provisto por ramas de la arteria radial, entrando en su cresta dorsal de manera predominante flujo retrógrado (2).

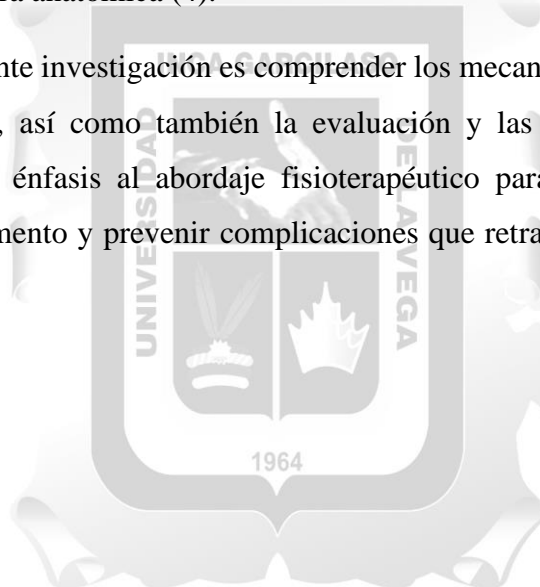
Los hombres jóvenes entre las edades de 15 y 40 son los más afectados, sin embargo la incidencia en individuos menores de 10 años es bajo. El traumatismo por hiperextensión con desviación cubital es el mecanismo de lesión más común: caídas, accidentes automovilísticos, o los accidentes relacionados con el deporte son las principales causas de este tipo de fractura. El signo clínico más común de falta de unión de escafoides es la movilidad restringida de la muñeca, además de la presencia de dolor en la región de la

tabaquera anatómica (también conocida como fosa radial) y dorso de la muñeca (principalmente durante el movimiento) y una disminución en la fuerza (2).

Dado que el escafoides es el principal el hueso del carpo, su integridad es vital para la estabilidad y movilidad de la muñeca. Después de una fractura, la vascularización puede verse considerablemente comprometida, retrasando la consolidación o causando la no unión, lo que ocurre en aproximadamente el 5-10% de las fracturas no desplazadas del tercio medio y puede alcanzar el 90% en las fracturas desplazadas del polo proximal (4)

El aumento del riesgo de no unión se asocia con fracturas del polo proximal, fracturas con una lesión asociada del ligamento carpiano, retraso en el diagnóstico, inmovilización inadecuada. Se sugiere un diagnóstico cuando hay una fractura de muñeca con Traumatismos por hiperextensión en adultos jóvenes que presentan dolor, y aumento de volumen en la tabaquera anatómica (4).

El objetivo de la presente investigación es comprender los mecanismos de producción de este tipo de fracturas, así como también la evaluación y las pautas del tratamiento traumatológico dando énfasis al abordaje fisioterapéutico para recuperar la máxima funcionalidad del segmento y prevenir complicaciones que retrasen la recuperación del paciente.



## CAPÍTULO 1: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

### 1.1. Estructura ósea.

El esqueleto de la mano se compone de 27 huesos, divididos en tres grupos: el carpo, los metacarpianos, y las falanges. En su conjunto, adoptan la forma de arcos, dos transversales (a nivel del carpo y de los metacarpianos) y los arcos longitudinales digitales. Recuperar la configuración de estos arcos de la mano, tras una lesión traumática de esta que los haya alterado, tiene una importante repercusión funcional, por lo que constituye uno de los objetivos del tratamiento de las fracturas de la mano (11).

El carpo está compuesto por ocho huesos separados y dispuestos en torno al hueso grande, si bien suele describirse como formado por dos filas de cuatro huesos cada una. Tres de los huesos de la fila proximal se articulan por encima con el radio o el disco articular en la articulación radiocarpiana, mientras que por debajo se articulan con la fila distal de huesos que constituyen la articulación con la fila distal de huesos que constituyen la articulación mediocarpiana. Los cuatro huesos del carpo de la fila distal se articulan con las bases de los cinco metacarpianos (6).

Los huesos y articulaciones de la mano se mueven y están controlados por dos grupos de músculos a los del antebrazo, cuyos tendones trascurren por encima de la muñeca para unirse a puntos óseos específicos de la mano y para gobernar las relaciones existentes entre el antebrazo y la mano (1).

También hay articulaciones intercarpianas entre los huesos adyacentes del carpo de cada fila. Los huesos se unen con ligamentos y forman una masa compacta que se curva para proporcionar una convexidad posterior y una concavidad anterior pronunciada. Este surco se convierte en un canal a la altura del retináculo flexor. Los huesos individuales del carpo son clínicamente importantes porque suelen lesionarse con frecuencia, sobre todo el escafoide y el semilunar, y porque proporcionan puntos de referencia óseos en la región de la muñeca (6).

En sentido lateral a medial, las filas proximal y distal están dispuestas de la siguiente forma.

Proximal: escafoide, semilunar, hueso piramidal y pisiforme,

Distal: trapecio, trapezoide, hueso grande y ganchoso.

Características comunes de los huesos metacarpianos: Se distinguen un cuerpo y dos extremos: la base y la cabeza del hueso metacarpiano.

- a) Cuerpo: describe una curva de concavidad anterior y posee una forma prismática triangular.
- b) Base: la base del hueso metacarpiano es superior y cuboides.
- c) Cabeza: presenta el extremo inferior del hueso metacarpiano. Es aplanada de lateral a medial (8).

#### 1.1.1 Fila proximal.

Los tres huesos laterales de la fila proximal están dispuestos de tal manera que forman una superficie articular convexa que se orienta proximalmente para ajustarse en la concavidad formada por el radio y el disco articular. A nivel individual, cada hueso tiene una forma característica y su propia serie de superficies articulares (6).

##### a) Escafoides

El escafoides este marcado en sentido anterior por un tubérculo prominente y el palpable y una cintura estrecha en torno a su centro. El escafoides presenta varias superficies articulares: proximalmente para el radio, medialmente para el semilunar y más distalmente para la cabeza del hueso grande, y en sentido lateral al tubérculo para el trapecio y el trapezoide. La superficie pequeña e interarticular del tubérculo es la única zona para la entrada de vasos sanguíneos. Es un punto habitual de fracturas (6).

##### b) Semilunar

El semilunar presenta una superficie palmar convexa y lisa que es mayor que su superficie dorsal. En el lado medial tiene una superficie articular cuadrada para el hueso piramidal, y en su lado lateral un área en forma de luna creciente para el escafoides. Distalmente, hay una concavidad profunda para la cabeza del hueso grande, mientras que próximamente el hueso es convexo en el punto donde se articula con el radio y el disco articular (6).

##### c) Piramidal

El hueso piramidal se halla en el ángulo entre los huesos semilunar y ganchoso, con

los cuales se articula por medio de una superficie sinuosa. La superficie articular lateral cuadrada corresponde al semilunar. El hueso piramidal se distingue por una superficie articular circular para el pisiforme. La parte proximal entra en la articulación radiocarpiana durante los movimientos de adducción de la mano (6).

#### d) Pisiforme

El pisiforme es un hueso sesamoideo redondo y pequeño que se halla en el tendón del musculo flexor cubital del carpo. Se articula con la superficie palmar del hueso piramidal. La superficie anterior que se proyecta distal y lateralmente y forma la porción medial del canal carpiano (6).

### 1.1.2 Fila distal.

#### a) Trapecio

El trapecio es el hueso del carpo más irregular, presenta un tubérculo y un surco palpables medialmente sobre su superficie anterior. Tiene superficies articulares proximalmente para el escafoides y el trapezoide, que se hallan formando un ángulo uno respecto a otro. Su característica principal es la superficie articular para la base del primer metacarpiano. Esta superficie articular tiene forma de silla de montar y se orienta distal, lateralmente y un poco hacia delante, y contribuye en gran medida a la movilidad de la articulación carpo metacarpiana del pulgar.

#### b) Trapezoide

Es un hueso pequeño e irregular que se articula con el segundo metacarpiano. Se halla en el espacio sostenido por el metacarpo, el escafoides, el hueso grande y el trapecio, con los cuales se articula(6)..

#### c) Hueso grande

Es el mayor de los huesos del carpo y se halla situado en el centro con una cabeza redonda que se articula con las concavidades del semilunar y el escafoides. Medial y lateralmente presenta superficies más planas para el ganchoso y el trapezoide, respectivamente. La superficie dorsal es plana, pero la cara palmar es rugosa debido a las inserciones de los ligamentos. La superficie distal se articula sobre todo con la base del tercer metacarpiano, pero mediante superficies estrechas con Las bases del segundo y cuarto metacarpianos(6)..

#### d) Hueso ganchoso

El hueso ganchoso tiene forma de cuña y presenta un gancho grande, curvo y palpable que se proyecta a partir de su superficie palmar cerca de la base del quinto metacarpiano. El gancho es cóncavo en su zona lateral y forma parte del canal carpiano. La base distal de la cuña se articula con las bases del cuarto y quinto metacarpianos. La cuña se extiende entre el hueso grande y el piramidal hasta el semilunar. La superficie articular para el hueso grande es plana; la del piramidal es sinuosa.

Por encima de todo, el carpo presenta una concavidad transversal profunda en la superficie palmar. El retináculo flexor salva la concavidad y se inserta en los tubérculos del escafoides y el trapecio lateralmente, y el pisiforme y la apófisis unciforme del ganchoso medialmente, formando el techo del canal carpiano.

### **1.2.Mano.**

#### **Metacarpo.**

El metacarpo está formado por cinco huesos llamados metacarpianos, uno en cada dedo y numerados en una secuencia a partir de la zona lateral. Son huesos largos que cuentan con una base cuadrilátera próxima, una diáfisis y una cabeza redonda distal. Las variaciones en la forma de las bases proporcionan un medio para distinguirlos. La base del primer metacarpiano presenta una superficie articular en forma de silla de montar que se ajusta a una superficie correspondiente en el trapecio, el trapezoide y el hueso grande. La base del tercer metacarpiano posee una única articulación con el hueso grande. Las bases del cuarto y quinto metacarpianos se articulan con el ganchoso. Las bases del segundo al quinto metacarpianos adyacentes, y presentan carillas articulares cuando asumen posiciones adecuadas (6).

Las cabezas de los metacarpianos son lisas y redondeadas, y se extiende por la superficie palmar. El borde articular palmar presenta una escotadura en la línea media.

La cabeza de los metacarpianos es lisas y redondeadas, y se extienden por la superficie palmar. El borde articular palmar presenta una escotadura en la línea media.

La cabeza del primer metacarpiano es más ancha que las de los otros. Dos huesos sesamoideos, que por lo general se hallan en los tendones cortos que cruzan las

articulaciones, se articulan con la porción palmar de la superficie articular y en ocasiones crean un surco en ella. Las cabezas se encajan en una concavidad en la base de la falange proximal de las articulaciones metacarpo falángicas. La diáfisis de los metacarpianos es ligeramente curva y tiene una concavidad palmar longitudinal. La diáfisis del primer metacarpiano es casi tan ancha como la base y tiene una superficie dorsal redondeada. Una cresta roma divide la superficie palmar en una parte lateral mayor y una parte medial menor.

### **Falanges.**

Hay 14 falanges en cada mano, tres en cada dedo y dos en el pulgar. Como son huesos largos, cada falange presenta una diáfisis, un extremo proximal grande y en extremo distal o cabeza más pequeña. Las falanges del pulgar son más cortas y anchas que las de los otros dedos.

Las falanges proximales presentan una carilla oval y cóncava en su base para articularse con la cabeza de los metacarpianos. La cabeza redondeada, que se extiende por la superficie palmar, posee una superficie articular ancha en forma de polea para la base de la siguiente falange. El cuerpo de la falange es curvo y convexo en sentido dorsal. Es convexo de lado a lado en superficie dorsal y es plano en la superficie palmar. Las falanges medial y distal se parecen a la falange proximal, pero la base de la falange distal es grande y la cabeza se expande para sujetar el pulpejo de los dedos (6).

### **1.3.Músculos.**

Todos los músculos de la mano son palmares. Dorsalmente solo encontramos los tendones de los músculos extensores y la fascia dorsal de la mano, que es la continuación de la fascia antebraquial en la región posterior. Podemos distinguir una fascia superficial dorsal, subcutánea, y una fascia profunda dorsal o interósea, cubriendo los interóseos dorsales. Entre ambas pasan los tendones de los músculos extensores (9).

La región de la mano se divide en las siguientes regiones: anterior o palmar, posterior o dorsal.

La región palmar de la mano presenta una porción media excavada llamada región palmar media y dos eminencias, una corresponde a la raíz del dedo pulgar y se llama eminencia tenar, y la otra corresponde a la raíz del meñique y se llama eminencia hipotenar (10).

Los músculos de la palma de la mano se dividen en tres regiones.



- Eminencia tenar.
- Eminencia hipotenar.
- Región palmar media.

#### 1.3.1. Eminencia tenar.

Son músculos que están destinados a realizar los movimientos del pulgar. Hay que destacar la disposición pedicular de este dedo respecto a otros de la mano, situándose un 45 ° anterior respecto al segundo metacarpiano (8).

- **Músculo abductor del corto pulgar.**  
Se origina en el hueso escafoides y en la parte antero externa del retináculo flexión, también suele tener una expansión hacia la vaina fibrosa del tendón del musculo abductor largo del pulgar. Las fibras se dirigen al tubérculo y cara lateral de la base de la falange proximal del pulgar, al sesamoideo lateral y al aparato extensor, emitiendo algunas fibras al tendón del musculo extensor corto del pulgar (8).
- **Músculo flexor corto del pulgar.**  
Se sitúa oblicua y medial junto al musculo precedente. Consta de dos fascículos: la cabeza superficial toma origen en el retináculo flexor y en el hueso trapecio, la cabeza profunda nace en los huesos grandes y trapezoide. Entre ambas cabezas pasa el tendón grande y trapezoide. Entre ambas cabezas pasa el tendón del flexor largo del pulgar. Las fibras se unen en un vientre muscular que se dirige al sesamoideo lateral y a la cara radial de la falange proximal del pulgar, la cabeza profunda puede llegar hasta el sesamoideo medial. Distalmente, el tendón de inserción se funciona con el del abductor corto del pulgar y el aparato extensor (8).
- **Músculo oponente del pulgar.**  
Es pequeño y se sitúa bajo el abductor corto del pulgar, siendo difícil su diferenciación a simple vista. Se origina en el retináculo flexor y en la cresta del hueso trapecio. Sus fibras se dirigen oblicuas buscando la inserción en la cara radial del primer metacarpiano, donde se enrolla ligeramente.
- **Músculo aductor del pulgar.**

Es el más profundo y medial de esta región, cubriendo los dos primeros espacios interóseos por cara volar. Está formado por dos fascículos: la cabeza transversa o fascículo metacarpiano se origina en la cara anterior del tercer metacarpiano y en la base del segundo, la cabeza oblicua o fascículo carpiano nace en la cara anterior de los tres primeros huesos radiales de la hilera distal del carpo, sobre todo en el trapecoide y hueso grande, así como el ligamento radiado del carpo que los cubre. Entre los dos fascículos se forma un hiato por donde pasa el arco arterial palmar profundo y la rama profunda del nervio cubital.

### 1.3.2. Eminencia hipotenar

También encontramos cuatro músculos en esta región, tres actúan sobre el dedo meñique y otra es cutánea (8).

- **Músculo palmar corto.**  
Está formado por una serie de fascículos transversales situados paralelamente. Se originan en el borde cubital de la aponeurosis palmar y en el retináculo flexor. Sus fibras se insertan en la cara profunda cutánea de la piel de la eminencia hipotenar. Es un músculo rudimentaria variable en tamaño.
- **Músculo abductor del meñique.**  
Tiene forma aplanada y es el más voluminoso de esta región. Se origina en el hueso pisiforme, en el ligamento pisiforme, en las expansiones del tendón del flexor cubital del carpo y en el retináculo flexor. Sus fibras se dirigen distales y se insertan en la articulación metacarpofalángica, en la cara cubital de la base de la falange proximal y en el aparato extensor del meñique.
- **Musculo flexor corto del meñique.**  
Se sitúa oblicua y medial junto al musculo precedente. Consta de dos fascículos: la cabeza superior toma origen en el retináculo flexor y en el hueso trapecio, la cabeza profunda nace en el hueso grande y trapecoide. Entre ambas cabezas pasa el tendón del flexor largo del pulgar. Las fibras se unen en un vientre muscular que se dirige al sesamoideo lateral y a la cara radial de la falange proximal del pulgar, la cabeza profunda puede llegar hasta el sesamoideo medial. Distalmente, el tendón de inserción se fusiona con el del abductor corto del pulgar y el aparato extensor.

- Musculo oponente del meñique.

Es el más profundo de esta región. Se sitúa bajo el musculo flexor corto del meñique siendo difícil su diferenciación nace en la apófisis unciforme del hueso ganchoso, en el ligamento pisiforme y en el retináculo flexor. Sus fibras discurren profundas a alas del flexor corto y se enrollan en la cara cubital de la cabeza y diáfisis del quinto metacarpiano.

### 1.3.3. Región palmar media

La fascia antebraquial se continúa en el plan de la mano. Es delgada en las eminencias tenar e hipotenar y densa en la parte media donde forma la aponeurosis palmar. Se distinguen dos aponeurosis palmares, la profunda se sitúa debajo de los tendones de los músculos flexores, cubriendo la cara volar de los interóseos. La otra es la aponeurosis palmar superficial, es la propiamente dicha aponeurosis palmar que cubre la región media de la mano.

- La aponeurosis palmar media.

Es la más importante, ocupa el espacio comprendido entre las dos eminencias de la mano. Las fibras longitudinales se extienden como un abanico que tiene como vértice la inserción del musculo palmar largo y llegan hasta la cabeza de los metacarpianos, las vainas fibrosas de los tendones de los músculos flexores, subcutáneamente, a la base de las falanges proximales de los dos.

- La aponeurosis palmar superficial.

Emite unos tabiques sagitales que separan las tres zonas en que hemos dividido la mano. El tabique fibroso medial se desprende del borde medial de la aponeurosis palmar superficial y se inserta en la V metacarpiano, medial al queda compartimento de la eminencia hipotenar.

Esta aponeurosis pertenece al orden de la vaina tendinosa. Sus usos son fijar delante del metacarpo los tendones flexores de los dedos, así como el ligamento anular anterior la fija delante del carpo, y las vainas digitales delante de las falanges. Pero no es solo una vaina contentiva; pues, así como las precedentes, hace el papel de una polea de reflexión: de aquí la gran resistencia que contrasta con la debilidad y cortedad de los músculos intrínsecos de la mano, a los cuales no pertenece por sus funciones; más bien merecería el nombre de vaina metacarpiana de los tendones flexores de los dedos.

#### 1.3.4. Músculos de la región de la media.

Estos músculos se sitúan muy profundos ya que los encontramos bajo la aponeurosis palmar superficial y de las estructuras vasculonerviosas de la palma de la mano. Todos tienen inserción en el aparato extensor y en los tendones de los músculos extensores de los dedos<sub>6</sub>.

- Músculos lumbricales.

Reciben el nombre de latín lumbricus. Son en número cuatro, enumerándose de radial a cubital. Todos ellos nacen en los tendones del musculo flexor profundo de los dedos, aproximadamente a nivel del retináculo flexor, y se tensan cuando este musculo se contrae. Los lumbricales I y II se originan en la parte radial del tendón para el índice y para el dedo medio respectivamente. El III lumbrical lo hace en el borde radial del tendón para el dedo anular y en el medial para el medio. El lumbrical IV lo hace en la zona radial del tendón para el meñique y en la medial del anular. Todos ellos pasan por debajo del ligamento metacarpiano transverso superficial y por encima del profundo, dirigiéndose a la parte radial del aparato extensor, donde se insertan<sub>6</sub>.

- Músculos interóseos dorsales.

Los músculos interóseos palmares producen el movimiento de aducción de los dedos desde una posición inicial de abducción. El antebrazo esta pronado, y la muñeca y los dedos están extendidos (12).

Son peniformes y en número cuatro. El primero también denominado abductor del índice se origina en los bordes de los metacarpianos que delimitan el primer espacio interóseo, en toda la cara radial del segundo metacarpiano y en la mitad posterior cubital del primero. Su tendón se inserta en el lado radial de la falange proximal y en la capsula metacarpo falángica del índice. Su tendón se inserta en el lado radial de la falange proximal y en la capsula metacarpofalángica del índice. El segundo interóseo se origina en el segundo espacio, en toda la extensión de la cara radial del tercer metacarpiano, y parcialmente, en la cara cubital del segundo. Se inserta en el borde lateral de la base de la falange proximal del dedo medio y en la articulación metacarpofalángica (6).

El tercer interóseo nace en el tercer espacio, en la totalidad de la cara cubital del tercer metacarpiano y en parte de la cara radial del cuarto.

El cuarto interóseo se origina en el cuarto espacio, en toda la cara cubital del cuarto metacarpiano y, parcialmente, en la cara radial del quinto.

- **Músculos interóseos palmares.**

Son más pequeñas que los precedentes y en número tres, enumerándose de radial a cubital. Algunos autores defienden que el primero se origina en el lado cubital palmar de la base del primer metacarpiano y se inserta en el sesamoideo medial y en el aparato extensor de ese dedo, consideran estas fibras como unos fascículos dependientes del músculo aductor del pulgar.

#### 1.4.Fascia y vainas sinoviales

El tejido subcutáneo del dorso de la mano es delgado y laxo y se dispone en dos cajas, que ya unen en los bordes de la mano y en los pliegues interdigitales. El de la palma es fibroso y se organiza en pelotones que facilitan la prensión.

La fascia de la mano forma una lámina más o menos continua que mantiene en su posición a los tendones, evita que formen prominencias en la piel y les forma poleas de reflexión por medio de las cuales actúan.

Las fascias de la cara anterior del antebrazo se continúan distalmente en la mano. Enfrente del carpo forma la aponeurosis palmar. Sobre los dedos forma vainas fibrosas resistentes que envuelven a los tendones.

Los repliegues interdigitales contienen bandas fibrosas transversales que limitan la flexión de un dedo cuando los adyacentes están extendidos. Algunas de las fibras se continúan distalmente por lados de los dedos en los llamados ligamentos cutáneos.

##### a) Ligamento anular anterior del carpo.

Es una resistente banda fibrosa transversal que sujeta los tendones flexores para los cinco dedos, junto con sus vainas sinoviales y el nervio mediano, en el canal del carpo, y de esta manera convierte el canal en conducto. Tiene cuatro inserciones principales, su borde proximal se extiende del tubérculo del escafoides a los huesos piramidal y pisiforme, y el distal del tubérculo del trapecio a la apófisis del hueso ganchudo.

Por lo menos los puntos proximales de inserción se pueden palpar en el sujeto vivo y como la anchura en sentido proximodistal del ligamento es de unos 3 cm, se puede dibujar su contorno cuadrilátero en la mano del sujeto vivo. Se encuentra distal a los pliegues de flexión de la piel de la muñeca.

Las fibras del ligamento pasan por encima del canal del trapecio formando un túnel para el tendón del palmar mayor. La cara anterior del ligamento da inserción al palmar menor y a los músculos de las eminencias tenar e hipotenar.

Las fibras del ligamento pasan por encima del canal del trapecio formando un túnel para el tendón del palmar mayor. La cara anterior del ligamento da inserción al palmar menor y a los músculos de las eminencias tenar e hipotenar.

## 1.5.Nervios

### 1.5.1. Nervio radial

El nervio radial inerva principalmente los músculos que facilitan la extensión de la muñeca y los dedos, los llamados extensores largos de la muñeca. La disfunción o lesión del nervio radial causará una caída de la mano y una inestabilidad en la muñeca que impide la toma eficaz con la mano. En términos de función sensitiva, el nervio radial inerva la piel a lo largo del contorno radial del antebrazo y la mano, y la alteración sensitiva por denervación del radio impide sólo mínimamente la función de la mano<sup>13</sup>.

### 1.5.2. Nervio mediano

El nervio mediano inerva principalmente los flexores largos de la muñeca y de la mano. La alteración del nervio mediano no afecta a los músculos flexores radiales de la mano en mayor medida que a los del lado cubital. El nervio mediano es más importante para la función motora fina de la mano. El nervio mediano se considera a menudo como los ojos de la mano por que es responsable de la inervación de los tres primeros dedos de la mano por su superficie palmar (13).

### 1.5.3. Nervio cubital

En la parte media del antebrazo, este nervio da una rama dorsal, que desciende entre el cubito y el cubital anterior hasta el lado interno del dorso de la mano. Después de dar ramas a la piel de esta región, se divide en tres nervios digitales dorsales que inervan la cara interna del meñique, las caras adyacentes del meñique y el anular, y las del anular y el medio en sus caras dorsales. El más externo de los dedos digitales dorsales se comunica

con el nervio digital dorsal contiguo, originado en la rama superficial del nervio radial. Puede haber un cuarto nervio digital dorsal del cubital que alcance al dedo índice.

Las ramas digitales dorsales de los nervios radial y cubital no llegan a las puntas del dedo. En el primer y quinto dedo se extienden hasta la uña, pero en los tres dedos intermedios por lo general solo llegan hasta las falanges proximales y medias.

La inervación dorsal es completada distalmente por las ramas digitales palmares de los nervios medianos y cubitales.

En la parte inferior del antebrazo, el nervio cubital de una rama palmar, variable, que cruza el ligamento anular anterior del carpo e inerva la piel del lado interno de la palma. El nervio cubital entra a la mano por fuera o por delante del canal del cuerpo, por fuera de la pisiforme y por delante del ligamento anular anterior.

La rama superficial del cubital da una rama al palmar cutáneo y se divide en nervios digitales palmares para el lado interno del meñique y los lados adyacentes de este y el anular. Estos nervios dan ramas cutáneas y articulares, como lo hacen los del mediano, y se comunican con este último.

La rama profunda del nervio cubital contiene fibras sensitivas y motoras. Pasa profundamente entre los músculos abductor y flexor corto del meñique, a los cuales inerva. Pasa a través de un arco fibroso en el extremo proximal del oponente del meñique e inerva a este músculo.

## 1.6.Arterias de la mano.

### 1.6.1. Arteria radial

Esta arteria deja el antebrazo describiendo una curva hacia atrás alrededor del ligamento colateral externo y del escafoides y el trapecio, en el piso de la tabaquera anatómica. Es cruzada por la rama superficial del nervio radial y por los tendones del abductor largo del pulgar y de los extensores largo y corto del mismo (14).

- La arteria radiopalmar, se origina en la parte inferior del antebrazo, desciende hasta los músculos de la eminencia tenar y se anastomosa con la arteria cubital para formar el arco palmar superficial.

- La arteria transversa anterior del carpo pasa hacia adentro por detrás de los tendones flexores y forma un arco con la correspondiente rama de la arteria cubital.
- La arteria dorsal del carpo, se dirige hacia adentro, profunda a los tendones extensores, y forma el arco dorsal del carpo con la correspondiente rama de la arteria cubital. De este arco surgen tres o más arterias dorsales del metacarpo, que descienden y se dividen en arterias digitales dorsales para los lados adyacentes de los cuatro últimos dedos. Las arterias dorsales del metacarpo y digitales dorsales se anastomosan con los arcos palmares por medio de pequeñas ramas perforantes.
- La arteria digital dorsales, dos para el pulgar, y una para el lado externo del índice.
- La arteria dorsal del pulgar se origina cuando la arteria radial entra a la palma. Desciende sobre el primer metacarpiano y se divide en dos arterias digitales palmares para el pulgar.
- La arteria colateral dorsal externa del índice, que desciende por el lado externo de este dedo. Por lo general riega ambos lados del índice, así como el lado externo del dedo medio.
- El arco palmar profundo se encuentra sobre los interóseos, profundo a los tendones flexores, y alrededor de 1 cm proximal al nivel del arco superficial. Su localización profunda lo protege de lesiones, y de aquí no tenga la importancia clínica del arco superficial. Da un número variable de arterias palmares profundas, algunas de las cuales se 19 llaman arterias interóseas palmares.

#### 1.6.2. Arteria cubital

Esta arteria entra a la mano por delante del ligamento anular anterior del carpo, por fuera del pisiforme, entre este hueso y la apófisis del hueso ganchudo. El nervio cubital va por lado interno, y ambos pueden estar cubiertos por las fibras superficiales del ligamento anular y por el ligamento pisiforme. Luego se divide en dos ramas terminales, la cubital y la cubitopalmar (14).

- a) La arteria transversa anterior del carpo, que se dirige hacia afuera por atrás de los tendones flexores y forman un arco con la rama correspondiente de la arteria radial



- b)** La arteria cubitodorsal, que se dirige hacia afuera, profunda a los tendones de los cubitales anterior y posterior, y ayuda a formar el arco dorsal del carpo.
- c)** La continuación de la cubital, que forman el arco palmar superficial, es la principal terminal de la arteria cubital. La manera de completarse este arco por el lado radial es extremadamente variable. Habitualmente es completado por la colateral dorsal externa del índice, por la radiopalmar o por la dorsal del pulgar.
- d)** La arteria cubitopalmar acompañada a la rama profunda del nervio cubital entre el aductor y el flexor corto del meñique y se une a la arteria radial para formar el arco palmar profundo.

### 1.7.Osteocinematica

Los movimientos de la muñeca se efectúan en torno a dos ejes<sup>15</sup>.

En torno a este eje se realiza en el plano sagital

- a)** Flexion, la cara anterior o palmar de la mano se aproxima a la cara anterior del antebrazo. La flexion activa es de 85°, es decir que apenas alcanza los 90°. Los movimientos pasivos son mayores de 90° en pronación.
- b)** Extensión, la cara posterior o dorsal de la mano se aproxima a la cara posterior del antebrazo. También es de 85°, de modo que tampoco alcanza los 90. Los movimientos pasivos son mayores de 90° en pronación.
- c)** Aducción, o inclinación cubital, la mano se aproxima al eje del cuerpo y su borde interno o borde cubital, forma con el borde interno del antebrazo, un ángulo obtuso abierto hacia dentro. Es de 45°.
- d)** Abducción o inclinación radial, la mano se aleja del eje del cuerpo y su borde externo – o borde externo, con el borde externo del antebrazo, un ángulo obtuso abierto hacia afuera. No sobrepasa los 15°

## 1.8.Biomecánica.

La muñeca es una articulación del tipo condiloartrosis, que tiene los movimientos de flexión y extensión, y desviación cubital y radial. La Circunducción movimiento circular completo de la muñeca es una combinación de los movimientos antes mencionados, y no un tercer grado de libertad de movimiento. Excepto por los mínimos movimientos accesorios pasivos, la muñeca no gira sobre un eje longitudinal a través del radio. Este movimiento está bloqueado por el encaje óseo de la articulación radiocarpiana y la dirección de las fibras de muchos ligamentos radiocarpianos. La aparente rotación axial de la palma pronación y supinación se produce en las articulaciones radiocubitales proximal y distal del antebrazo. Los movimientos del antebrazo requieren que la mano se mueva con el radio, no con independencia de él. La falta de este tercer grado de libertad en la articulación radiocarpiana permite que los músculos pronadores y supinadores transfieran momentos a través de la muñeca a la mano que actúa<sup>17</sup>. Como con cualquier articulación diartrodial, la amplitud de movimiento de la muñeca varía con la edad y el estado de salud, o si el movimiento es activo o pasivo (9).

La extensión final puede estar limitada por rigidez en los gruesos ligamentos radiocarpianos palmares. La flexo extensión se produce en la articulación mediocarpiana, mientras que aproximadamente la extensión de la muñeca se origina en la articulación radiocarpiana. La mayoría de los movimientos naturales de la muñeca emplean una combinación de movimientos en los planos frontal y sagital. El arco continuo máximo de movimiento en la muñeca se da entre la extensión completa/desviación radial y la flexión completa/desviación cubital (9).

### 1.8.1. Articulaciones carpo metacarpianas.

Las articulaciones carpometacarpianas son articulaciones sinoviales planas, con excepción de la articulación CMC del pulgar. La cual es una articulación en silla de montar (16).

Las II a V articulaciones carpometacarpianas (CMC) son de estructura y función parecidas, si bien la primera articulación CMC es distinta. Las II a IV articulaciones CMC permiten un grado de libertad en flexión y extensión, y la V también permite cierta abducción y aducción. El movimiento de las articulaciones CMC se ve limitado sobre todo por la estructura ligamentarías. El movimiento aumenta en las articulaciones CMC

del lado radial al cubital de la mano. Casi no hay movimiento en las articulaciones CMC segunda y tercera; la cuarta es un poco más móvil, y la quinta se mueve en una amplitud de casi 10 a 20 grados. La primera articulación CMC tiene forma de silla de montar y cuenta con dos grados de libertad y cierta rotación axial. Esta movilidad permite oposición, una función clave del pulgar. El pulgar participa en casi todas las formas de prensión, y la pérdida del pulgar constituye la mayor proporción de discapacidad de la mano. La amplitud de movimiento (ADM) es aproximadamente de 20 grados de flexión a 45 grados de extensión, y de 0 grados de aducción a 40 grados de abducción. La movilidad de la articulación CMC está limitada por los tejidos ligamentarios y los tejidos blandos interpuestos. Un papel primario de las articulaciones CMC es la contribución a ahuecar la mano, formando los arcos palmares. Este ahuecamiento permite que la mano adopte la forma de los objetos que se hacen. Dos arcos son visibles: el arco longitudinal que abarca la mano, y el arco metacarpiano que cruza la palma (15).

**Capsula articular y membrana sinovial:** Una capsula fibrosa rodea la articulación común y en ella es posible identificar distintos espesamientos capsulares. La membrana sinovial recubre la capsula y todas las superficies no articulares y se inserta en los bordes articulares. La cavidad articular se extiende proximalmente entre los huesos del carpo y suele comunicarse con la articulación mediocarpiana. En sentido distal, el espacio articular se extiende entre los cuatro metacarpianos mediales (6).

**Ligamentos:** Los ligamentos carpometacarpianos dorsales y palmares son en realidad espesamientos de la capsula articular.

- Ligamentos carpometacarpianos dorsales

Presentan una serie de bandas fibrosas que se extienden desde la fila distal de los huesos del carpo hasta las bases de los metacarpianos. Por lo general, cada metacarpiano recibe bandas. Aquellas que llegan hasta el segundo metacarpiano van del trapecio al trapecoide, las que llegan al tercer metacarpiano van desde el trapecio hasta el hueso grande, y las que llegan al cuarto metacarpiano van del hueso grande al ganchoso. La base del quinto metacarpiano recibe solo única banda que surge del ganchoso.

- Ligamentos carpometacarpianos palmares

La disposición de las bandas fibrosas que constituyen los ligamentos carpometacarpianos palmares es parecida la de los ligamentos dorsales, excepto en que la base del tercer metacarpiano recibe tres bandas que surgen de los huesos trapecioide, grande y ganchoso.

**Riego sanguíneo e inervación:** El riego arterial de la articulación corresponde a las ramas de las redes dorsal y palmar del carpo, mientras que la inervación depende de las ramas de los nervios interóseos anterior y posterior, con raíces en C7 y C8.

#### 1.8.2. Articulación metacarpofalángica.

Las cuatro articulaciones metacarpofalángicas (MCF) mediales poseen dos grados de libertad: flexión y extensión, y abducción y aducción. La movilidad de estas articulaciones aumenta de los lados radial a cubital de la mano, con una ADM activo de 90 grados de flexión a 10 grados de extensión. A nivel pasivo, se dispone de cantidades variables de extensión. La flexión funcional de la articulación MCF es unos 60 grados.

La amplitud en abducción y aducción es unos 20 grados en cada dirección. La amplitud en el plano frontal está limitada por la geometría de las superficies articulares y por la cápsula, y la amplitud en extensión se ve limitada por las placas volares.

La articulación MCF del pulgar también posee dos grados de libertad. La ADM es más limitada aquí que en los dedos II a V. Casi no hay hiperextensión en las manos normales, y sólo pueden obtenerse aproximadamente 50 grados de flexión. La extensión de esta articulación está más limitada por la presencia de dos huesos sesamoideos, estabilizados por los ligamentos colaterales e intersesamoideos. La función primaria de movilidad MCF del pulgar aporta amplitud adicional para las actividades de oposición y prensión.

**Capsula articular y membrana sinovial:** Una capsula fibrosa y laxa rodea la articulación y se inserta en los bordes articulares más en sentido posterior que anterior. Se refuerza en los lados mediante los ligamentos colaterales. En sentido anterior, la cápsula se sustituye sobre todo por el ligamento palmar, que cuenta con una inserción débil en el cuello del metacarpiano. En sentido posterior, la capsula se refuerza o es sustituida en ocasiones por la expansión de músculos extensor largo del pulgar. Una membrana sinovial recubre todas las superficies no articulares de la articulación y presenta recesos anteriores y posteriores cuando se extiende la articulación.

## Ligamentos

### a) El ligamento palmar

Es una bolsa fibrocartilaginosa densa que aumenta la superficie articular de la falange en sentido anterior. Se inserta con firmeza en la superficie anterior de la base de la falange proximal, y se inserta con laxitud en la cara anterior del cuello del metacarpiano. Los ligamentos colaterales de la articulación se mezclan con los lados del ligamento palmar. El ligamento contiene dos huesos sesamoideos pequeños que se insertan en la falange y en el metacarpiano mediante fibras rectas y cruzadas. Se hayan acanalado en su cara anterior por donde discurre el tendón del musculo flexor largo del pulgar.

### b) Ligamentos colaterales

A ambos lados de la articulación se insertan proximalmente en el tubérculo y en la depresión adyacente del lado de la cabeza del metacarpiano, y llegan hasta la cara palmar del lado de la base de la falange proximal. Aunque tienen aspecto de cordón, se abren un tanto en abanico en sentido proximal a distal hasta insertarse en los bordes del ligamento palmar. Los ligamentos colaterales son relativamente laxos durante los movimientos de extensión, aunque se demuestran cada vez más tensan durante la flexion de la actuación.

**Riesgo sanguíneo e inervación:** El riego arterial de la articulación corresponde a las ramas de la arteria principal de pulgar, mientras que su inervación depende de las ramas de nervio mediano con raíz en C7.

### 1.8.3. Articulaciones Interfalángicas.

Las articulaciones IF de los dedos y el pulgar son parecidas en su función. Son trocleartrosis con un grado de libertad. La ADM de las articulaciones IF, como la de otras articulaciones de la mano, aumenta del lado radial al cubital de la mano. Esto se observa fácilmente cuando cerramos el puño. La ADM de la articulación IFP es 0 grados de extensión a 100 grados de flexión en el lado radial de la mano, y casi 135 grados de

flexión en el lado cubital. Es poca la hiperextensión disponible debido a la presencia de las placas volares.

La articulación interfalángica distal (IFD) muestra menos ADM, de 10 grados de extensión a 80 grados de flexión. La flexión funcional de las articulaciones IFP es unos 60 grados, y la flexión funcional de las articulaciones IFD es 40 grados

**Capsula articular y membrana sinovial:** Una capsula fibrosa rodea por completo la articulación y es reemplazada por el ligamento palmar en dirección anterior.

### **Ligamentos**

#### **a) Ligamento palmar**

Es una lámina fibrocartilaginosa densa firmemente inserta en el borde anterior de la base de la falange proximal. Proximalmente se inserta con laxitud en el cuello del metacarpiano por medio de la capsula articular. A cada lado recibe algunas fibras de los ligamentos colaterales. El ligamento palmar actúa de superficie articular móvil y facilita la flexión de la articulación.

Los ligamentos metacarpianos transversos profundos son una serie de ligamentos cortos que conectan los ligamentos palmares de las cuatro articulaciones metacarpofalángicas del carpo de los dedos. Son contiguos a la fascia interósea palmar y se mezclan con los tendones flexores fibrosos.

**Riesgo sanguíneo:** El riesgo arterial de las articulaciones depende de las ramas de las arterias digitales adyacentes, mientras que la inervación corresponde a las ramas del nervio mediano y posiblemente del nervio radial para los dedos índice, y del nervio cubital para los dedos anular y meñique. La raíz de la inervación es C7.

#### **1.9. Artrocinemática.**

#### **Flexión y extensión de la muñeca.**

La artrocinemática de la extensión de la muñeca se basa en las rotaciones sincrónicas convexo cóncavas en las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana. En la articulación

radiocarpiana la extensión se produce mientras la superficie convexa de la semilunar rueda dorsalmente sobre el radio al tiempo que se desliza en sentido palmar. En la articulación mediocarpiana la cabeza del hueso grande rueda dorsalmente sobre el semilunar al tiempo que se desliza hacia palmar. La combinación de la artrocinemática de ambas articulaciones produce unos 60° de extensión total de la muñeca. La extensión completa de la muñeca elonga los ligamentos radiocarpianos palmares y la capsula palmar y los músculos flexores del carpo y los dedos. La artrocinemática de la flexión de la muñeca es parecida a la descrita para la extensión pero a la inversa.

### **Desviación radial y cubital de la muñeca.**

En la articulación radiocarpiana el escafoide, semilunar y piramidal ruedan cubitalmente y se deslizan radialmente una distancia significativa. La desviación cubital de la articulación mediocarpiana se produce sobre todo con el rodamiento cubital y el deslizamiento un poco en sentido radial del hueso grande. La desviación radial de la muñeca se produce mediante una artrocinemática parecida a la descrita para la desviación cubital.

### **Flexión y extensión metacarpofalángicas.**

La cabeza de un metacarpiano en general esta redondeada, la relación cóncavoconvexa de las superficies articulares es evidente por consiguiente durante la extensión activa la base de la falange proximal rueda y desliza en dirección dorsal bajo la acción del músculo extensor común de los dedos.

### **Prensión.**

La mano está preparada para la tarea primaria de la prensión. La presión se divide en presión de fuerza y prensión de precisión, o pinzamiento. La prensión de fuerza se emplea para un control firme, y la prensión de precisión se usa cuando se necesita exactitud. Ejemplos de la primera son la prensión en garfio, la prensión esférica, la prensión cilíndrica y la prensión palmar direccional, y ejemplos de la segunda son la oposición subterminolateral, la oposición terminal pulgar-índice y la oposición de tres dedos.

La actividad de prensión se ha dividido en cuatro estadios. Durante el primer paso, la mano se abre mediante la acción simultánea de los músculos extensor largo e intrínseco

de la mano. Los dedos se cierran en torno a un objeto, lo cual requiere la actividad de los músculos flexores intrínsecos y extrínsecos y opositores. El tercer paso es un aumento de la fuerza de estos mismos músculos hasta un nivel apropiado para la tarea. La mano se abre de nuevo para soltar el objeto. Mientras los músculos flexores asen el objeto, los músculos extensores de la muñeca deben activarse al mismo tiempo para prevenir que los flexores largos provoquen flexión de la muñeca.

La inervación de la mano corresponde a dos tipos de prensión. El nervio cubital controla la distribución sensorial y motora de los dedos mediales, y estos dedos se usan más para la prensión de fuerza. El nervio mediano controla los dedos laterales, que se usan más para la prensión de precisión. La musculatura del pulgar, usada para ambos tipos de prensión, está inervada por ambos nervios. La prensión de fuerza se usa cuando la producción de fuerza es el objetivo primario. Asir una maleta, subir por una cuerda en el gimnasio, cerrar el puño y coger una pelota de béisbol para un lanzamiento son ejemplos de prensión de fuerza. En esta situación, los dedos cubitales estabilizan el objeto, sujetándolo contra la palma, con o sin la asistencia del pulgar. Los dedos se flexionan por completo mientras la muñeca se extiende y desvía cubitalmente.

La prensión de precisión se usa cuando el control fino es necesario. Esta prensión se usa cuando se sujeta un instrumento para escribir, al meter una llave en la cerradura o al aguantar una hoja de papel entre dos dedos. La prensión de precisión comprende sobre todo las articulaciones mcf y el lado radial de la mano. El índice y el corazón trabajan con el pulgar para crear un trípode. En contraste con la prensión de potencia, el objeto asido en una prensión de precisión tal vez nunca entre en contacto con la palma.



## 2. CAPÍTULO II: FISIOPATOLOGÍA

Las fracturas de muñeca son consecuencia de lesiones de las articulaciones entre huesos carpianos, el radio y el cubito en la que se produce una discontinuidad de uno de los huesos, puede producirse en todo tipo de personas y en todas las edades<sup>19</sup>.

La fractura más frecuente es la de radio distal y la segunda más frecuente es la de escafoides, la segunda fractura más frecuente de la muñeca es la fractura de escafoides (18).

### 2.1. Tipos de consolidación

Los procesos que ocurren en la consolidación ósea de una fractura son los responsables del desbridamiento, estabilización y, finalmente, de la remodelación del lugar de la fractura (20).

#### 2.1.1. Consolidación primaria.

Ocurre cuando existe un contacto directo e íntimo entre los fragmentos de la fractura. El hueso nuevo se forma directamente de los bordes óseos comprimidos para consolidar la fractura. La reparación ósea cortical primaria es muy lenta y no puede acercar los bordes de la fractura. Con este tipo de reparación, no hay evidencia radiográfica de callo óseo. Suele ocurrir aproximadamente a la segunda semana del traumatismo. Se trata del único método de reparación cuando hay una fijación con compresión rígida de la fractura. Esta fijación rígida requiere de un contacto directo de la cortical y de una vascularización intramedular intacta. El proceso de consolidación ósea depende en un principio de una reabsorción osteoclasto del hueso seguida de una formación de hueso nuevo por los osteoblastos (20).

#### 2.1.2. Consolidación secundaria.

Consiste en la mineralización y el reemplazamiento ósea de una matriz cartilaginosa con la formación de un callo óseo característico en la radiografía. Cuanta más movilidad tenga el foco de fractura, mayor cantidad de callo de fractura. Este callo forma un puente externo que estabiliza el foco de fractura al incrementar el grosor óseo. Esto sucede en el tratamiento de la fractura mediante inmovilización con férula o yeso, en la fijación

externa, así como en el enclavado intramedular. Se trata del tipo más frecuente de reparación ósea (20).

## 2.2.Fases de consolidación

Las tres principales fases o estadios de la consolidación ósea descritos por Cruess y Dumont son la fase inflamatoria (10%), la fase de reparación (40%) y la fase de remodelación (70%). Estas fases se superponen, y acontecimientos que ocurren principalmente en una fase pueden haber comenzado en la fase previa. La duración de cada estadio varía según la localización y severidad de la fractura, traumatismo asociado y la edad del paciente (20).

### 2.2.1. Fase inflamatoria.

Dura aproximadamente entre una y dos semanas, inicialmente, unas y dos semanas. Inicialmente, una fractura produce una reacción inflamatoria. El incremento de vascularización que acompaña a la fractura provoca la formación de un hematoma, que pronto será invadido por células inflamatorias, incluyendo neutrófilos, macrófagos y fagocitosis. Estas células, incluyendo los osteoclastos, limpian el tejido necrótico y preparan el terreno para la fase de reparación. Radiográficamente, la línea de fractura es más visible cuando se ha retirado el material necrótico.

### 2.2.2. Fase de reparación.

Normalmente dura varios meses. Esta fase se caracteriza por la diferenciación de células mesenquimales pluripotenciales. El hematoma de la fractura es invadido por condroblastos y fibroblastos, que forman la matriz del callo. Inicialmente, se forma un callo blando, compuesta principalmente por tejido fibroso y cartílago con pequeñas cantidades de hueso. Los osteoblastos son entonces los responsables de la mineralización de este callo blando, convirtiéndolo en un callo duro de tejido esponjoso e incrementando la estabilidad de la fractura. Este tipo de hueso es inmaduro y frágil a la torsión, por lo que no puede ser sometido a estrés. Los retrasos de consolidación y la ausencia de consolidación son el resultado de los trastornos en esta fase de consolidación ósea. El

final de la fase de reparación viene determinado por la estabilidad de la fractura. Radiográficamente, la línea de fractura comienza a desaparecer.

### 2.2.3. Fase de remodelación.

Esta fase requiere de meses hasta años para complementarse, consiste en una actividad osteoblástica y osteoclástica que provoca el reemplazamiento de un hueso esponjoso inmaduro y desorganizado, por un hueso lamelar organizado que añade más estabilidad al foco de fractura. Con el tiempo, el canal medular se reforma gradualmente. Hay una resorción ósea de las superficies convexas y una neoformación en las superficies cóncavas. Este proceso permite la corrección de las deformidades angulares, pero no de las rotaciones.

El endostio proporciona aproximadamente dos tercios del aporte sanguíneo del hueso, el resto procede del periostio. Por eso, no sorprende que las fracturas abiertas o muy conminutas con un daño periostio importante tengan dificultades de consolidación.

El fresado de la cavidad medular en el enclavado intramedular altera el aporte sanguíneo endostio, requiriendo semanas incluso más para su regeneración. El método de tratamiento de la fractura determina el modo de consolidación ósea.

En general, las férulas, yesos, enclavados intramedulares, y las fijaciones externas no aportan una fijación rígida del foco de fractura. Por eso, en estos casos se prevé una consolidación ósea secundaria con forma de callo. Con un clavo intramedular fijo, se consigue una mayor rigidez, y no se formará un callo tan grande. Cuando la fractura no es conminuta, las placas compresivas producen una fijación rígida en el foco de fractura. Estas osteosíntesis conllevan una consolidación ósea primaria con ausencia de callo radiográficamente visible.

### 2.3. Fractura de los huesos del carpo

Las fracturas de los huesos del carpo con frecuencia son resultado de una caída sobre la mano con la muñeca en extensión. Las lesiones ligamentarias asociadas son frecuentes, en particular en las lesiones de los huesos de la primera hilera del carpo. Si bien el diagnóstica no siempre es fácil, el tratamiento de estas fracturas debe ser riguroso, dado que cualquier descuido puede generar una evolución inevitable hacia la artrosis.

## Mecanismo de lesión

En lo relativo a los mecanismos de lesión, por lo general ésta se debe a una caída de altura sobre la mano que se encuentra en hiperextensión. Si el radio distal resiste las fuerzas de estrés, la energía sería centralizada sobre la fila distal del carpo y en ésta se produce una extensión anormal forzada que, ante variables grados de desvío radial o cubital, favorecería la formación de la lesión. A su vez, se favorecería una disrupción ligamentaria, de lo que resultan luego las fuerzas de cizallamiento en el área formada alrededor del semilunar (arco mayor). Otros tipos de mecanismos, directos o indirectos, pueden ser responsables de las lesiones del carpo. Ejemplo de esto último es el impacto directo en un área carpiana que provoca lesiones abiertas o cerradas, por lo general asociadas con lesiones de las partes blandas. Las fuerzas que aplican tensión involucran por lo general fracturas lineales, mientras que si hay conminación, suele deberse a fuerzas cizallantes o compresivas. Las avulsiones ligamentarias ocurren con frecuencia, sobre todo en las regiones palmares y dorsales del piramidal. Las lesiones de los otros huesos carpianos tienen, en su mayoría, un gran número de presentaciones. A continuación se describen las lesiones de cada uno de los huesos carpianos, los métodos de estudio y los tratamientos propuestos.

### 2.3.1. Fractura del hueso semilunar.

La fractura única del hueso semilunar rara vez se discute, ya que suele estar asociada con la enfermedad de Kienböck. Por lo tanto, según las series, la incidencia de las fracturas de este hueso de un 1,4% es demasiado elevada. Su mecanismo de producción sería la resultante de una tracción capsular sobre los polos volares o dorsales o por la compresión axial entre la cabeza del hueso grande y el radio distal. Este tipo de fracturas pueden pasar inadvertidas en la radiografía habitual; por lo tanto, ante su sospecha la tomografía computarizada es de gran ayuda. La resonancia magnética es uno de los mejores métodos para la evaluación diagnóstica de una enfermedad de Kienböck asociada. El tratamiento de una fractura del cuerpo del semilunar puede ser desde el tratamiento incruento ante el diagnóstico precoz hasta la utilización de reducción y osteosíntesis a cielo abierto por medio de abordaje dorsal o volar (24).

A pesar de un tratamiento precoz y apropiado, puede esperarse la aparición de complicaciones. Las fracturas transversales que dependen de un único aporte nutricional tienen un alto riesgo de necrosis vascular, en especial las del polo palmar. Actualmente también se propone el uso de fijadores externos, ya que pueden ayudar a evitar la

compresión axial realizada por la cabeza del hueso grande con el extremo distal del radio. No obstante, las fracturas agudas del semilunar a nivel de su cuerpo son relativamente poco comunes. Ante la presencia de esta lesión se debe tener mucho cuidado en la perfecta reducción de los fragmentos, para restituir la congruencia carpiana. La falla en el reconocimiento de este tipo de lesión puede dejar como secuela una subluxación crónica mediocarpiana y, por lo tanto, una artrosis resultante. No es motivo de este estudio el tratamiento del colapso en la enfermedad de Kienböck.

Etiología: Parece claro que la etiología de la enfermedad de Kienböck está basada en trastornos tróficos del semilunar. Lo que todavía es por encontrarse es la causa de estas alteraciones. Se han descrito lesiones vasculares primarias del semilunar como factores etiológicos principales de la enfermedad.

### 2.3.2. Fractura del hueso piramidal.

El hueso piramidal articula con el semilunar radialmente, el fibrocartílago triangular hacia proximal y el hueso ganchoso hacia distal. Esta fractura se considera la segunda en frecuencia y representa el 3% al 4%, según los distintos autores, de todas las lesiones óseas carpianas. Se dividen en lesiones del cuerpo o corticales dorsales.

Las fracturas del piramidal suelen asociarse con fracturas-luxaciones perilunares. También se encuentran en las lesiones por destrucción del carpo que causan luxación axial. Estas lesiones pueden incluir la disrupción de la articulación entre los huesos grande y ganchoso en sentido distal o la lesión pisopiramidal hacia proximal.

Las fracturas corticales dorsales del piramidal pueden ser causadas por dos mecanismos:

- Una caída sobre la muñeca en dorsiflexión y desviación cubital, lo que provoca un mecanismo de cizallamiento del hueso ganchoso o la estiloides del cúbito.
- La distracción de ligamentos óseos que ocasiona una avulsión (ligamentos dorsales radio piramidales y escafopiramidales).

En el examen físico se evidencia una inflamación localizada y casi siempre se diagnostica por medio de una radiografía de perfil u oblicua parcialmente pronada. Las fracturas del cuerpo del piramidal suelen verse bien en las radiografías anteroposteriores, pero cuando

son pequeñas y no tienen desplazamiento sólo pueden ser visibles mediante tomografía computarizada.

El tratamiento de las fracturas del piramidal suele basarse en la inmovilización y el seguimiento adecuado, en especial las de patrón dorsal.

La inmovilización de la muñeca durante 4 a 6 semanas es lo recomendable, seguida de un plan de rehabilitación de movilidad gradual y elongación, con el que se obtienen buenos resultados.

A pesar de esto, se ha informado pseudoartrosis y, en ocasiones, se requiere la resección del fragmento cortical no consolidado para aliviar el dolor. Si bien las fracturas del cuerpo son mucho menos frecuentes, las lesiones ligamentarias y la diástasis de los fragmentos requieren reconstruir la estabilización del continente carpiano (en los casos de fractura-luxaciones) y estaría indicada la fijación interna. La necrosis a vascular del piramidal no se ha informado, pero en cualquier caso de inestabilidad en volar intercalar segmentaria, que sea causada por esta lesión debe corregirse con una reducción fracturaria o reparación ligamentaria adecuada.

### 2.3.3. Fracturas del hueso pisiforme

Si bien el pisiforme se considera un hueso sesamoideo, en él se inserta distalmente el tendón del músculo cubital anterior. En las radiografías anteroposteriores se lo observa como una superposición de imagen con el borde cubital del hueso piramidal, con el que se articula con una faceta cóncava. Suele lesionarse en una caída directa sobre la mano en extensión. Otro mecanismo de lesión es la avulsión provocada, ya que este hueso aloja la inserción de los ligamentos pisoganchoso y pisopiramidal, el ligamento anular carpiano y, además, se inserta el músculo abductor corto del meñique; por último, actúa como sesamoideo del cubital anterior. Estas características lo hacen vulnerable a los traumatismos directos por su localización superficial a nivel de la base de la eminencia hipotenar. En la bibliografía representa entre el 1% al 3% en frecuencia de las lesiones de los huesos carpienos. El examen físico pone en evidencia un dolor puntual sobre el hueso fracturado. La radiología convencional para este hueso se realiza en posición posteroanterior, en desviación cubital y 10° de supinación, así como a 45° de supinación con ligera extensión de la muñeca para exponer la articulación pisopiramidal. Una vista

de perfil también es de ayuda o en la posición específica para el túnel carpiano, pero las fracturas del pisiforme son mejor visualizadas mediante tomografía computarizada.

Básicamente los patrones de este hueso fracturado son de dos tipos: transversos (o por avulsión) y conminutos (o por traumatismo directo). Las fracturas del pisiforme suelen asociarse con otras lesiones de los huesos carpianos o ligamentarias, como fracturas del radio distal, luxaciones perilunares, fracturas del hueso ganchoso o fracturas del piramidal.<sup>2</sup> El tratamiento puede ser incruento, con inmovilización durante 3 a 6 semanas, pero es posible la pseudoartrosis. La consolidación de la fractura puede ser completa o mediante unión fibrosa. La artrosis degenerativa puede ser común, ya que son por lo general fracturas interarticulares. Puede aparecer neuritis a nivel distal cubital, pues la pisiforme forma parte de la pared medial del canal de Guyon. La pseudoartrosis, la artrosis degenerativa pisopiramidal y la incongruencia articular deben tratarse mediante métodos quirúrgicos y requieren la resección del pisiforme para calmar el dolor hipotenar (24).

#### 2.3.4. Fracturas del hueso grande.

La fractura se localiza principalmente en el cuello y se producen por el efecto de palanca producido por el margen posterior del radio durante una caída en extensión. Cuando se presenta de forma aislada y sin desplazamiento, está indicado un tratamiento ortopédico (férula antebraquial completa durante 6 semanas) tras el diagnóstico. En algunas ocasiones se puede producir a largo plazo una pseudoartrosis que se manifiesta clínicamente por un síndrome del túnel del carpo.

En algunas ocasiones se presenta aislada y desplazada; se ha comunicado una rotación del 180° del fragmento proximal. En este caso, se requiere la reducción quirúrgica por vía posterior utilizando tornillos enterrados, con buenos resultados en los casos comunicados. Lo más común es que presente asociada a una luxación perisemilunar; el fragmento puede estar basculado 180° (en este caso se utiliza, de forma incorrecta, el término de síndrome de Fenton, quien describió la asociación de fractura del escafoides y fractura del hueso grande sin luxación). Tras la reducción, se utiliza un atornillado con tornillo enterrado y, a pesar de la vascularización retrógrada del hueso grande, no es habitual la necrosis.

También es necesario fijar las demás lesiones de estas luxaciones del arc mayor de la muñeca. El resultado de estas lesiones más complejas es peor: habitualmente se observa una pérdida de movilidad y el desarrollo de una artrosis intracarpiana.

La necrosis del hueso grande parece estar producida por otro mecanismo, ya que la mayoría de los casos descritos no se han producido tras fracturas, incluso aunque se hayan comunicado algunas pseudoartrosis con necrosis.

#### 2.3.5. Fracturas del hueso ganchoso.

Las fracturas del hueso ganchoso tienen una incidencia del 2% al 4% de los huesos del carpo. Estas lesiones pueden dividirse en dos grandes grupos: fracturas del gancho y fracturas del cuerpo del hueso ganchoso. El gancho del hueso ganchoso sobresale del cuerpo del hueso hacia la base de la eminencia hipotenar. Es palpable a unos 2 cm a distal y radial con respecto al hueso pisiforme en esa eminencia. La punta del gancho sirve como inserción distal del ligamento anular del carpo; además, se insertan los ligamentos pisotróclea y es origen del flexor corto del meñique y el oponente del pulgar. El gancho del ganchoso, así como el pisiforme, es muy dificultoso de visualizar en forma estándar. Se proyecta como una doble densidad con el cuerpo del ganchoso en las radiografías de frente y se superpone al carpo en la vista de perfil.<sup>26</sup> Las proyecciones para el canal carpiano se usan para ver el gancho. En forma alternativa, la tomografía plana y la TC pueden utilizarse para el mismo fin, así como la radiografía oblicua modificada.

#### 2.3.6. Fracturas del hueso trapecioide.

En el plano transversal el trapecioide tiene configuración de cuña y fuertes ligamentos se ajustan e insertan con firmeza a los huesos adyacentes. Como resultado de su altamente resguardada posición, las lesiones aisladas de este hueso son muy poco frecuentes. En realidad, en la mayoría de los casos publicados la causa de la lesión fue un mecanismo de acción directa. Por lo general, en varios casos informados se presentan como una causa indirecta debido a una fuerza axial y desplazamiento transmitido a través del eje axial del segundo metacarpiano, que provoca una fractura-luxación transtrapecioidea (nosotros sólo contamos con dos casos debido a un traumatismo directo).



### 2.3.7. Fracturas del trapecio

Las fracturas del trapecio representan entre un 1% a un 5% de todas las fracturas de los huesos del carpo. Su relación articular con la base del pulgar lo hace pertenecer a una articulación, la cual es la más importante funcionalmente, ya que permite la oposición de ese dedo. Las fracturas de este hueso pueden involucrar dos porciones: el cuerpo y la cresta del trapecio.

La cresta del trapecio representa una proyección palmar longitudinal que sobresale de éste y sirve como inserción radial del ligamento anular del carpo. La lesión de la cresta es causada en forma típica por un traumatismo directo, como una caída con la mano en hiperextensión. La cresta puede palparse como una protuberancia prominente en la base de la eminencia tenar. Las radiografías estándares no logran mostrar la cresta del trapecio, pero la del canal carpiano suele evidenciar la fractura. Puede presentarse en la base o en el ápice de la cresta. La inmovilización es la indicación inicial para este tipo de fracturas. La resección quirúrgica es el tratamiento de elección para las fracturas sintomáticas ante la falla de su unión.

Las fracturas del cuerpo del trapecio son más frecuentes y son causadas por una fuerza dirigida axialmente desde la base del pulgar. Fracturas longitudinales o transversales se presentan en conjunto con la subluxación de la base del pulgar. Las que pasan inadvertidas determinan desplazamiento del trapecio, alteración de la superficie articular y subluxación radial, y causan una artrosis articular precoz.

### 2.3.8. Fracturas del escafoides.

Son las más frecuentes de las fracturas del carpo (80%) y, después de las del radio distal, las segundas en frecuencia de la extremidad superior. Los síntomas pueden ser mínimos y pueden no ser diagnosticadas en la fase aguda; con frecuencia se diagnostican como esguince de muñeca, pero la persistencia de dolor y tumefacción en la tabaquera anatómica y/o en la zona dorsal y radial de la muñeca debe alertarnos sobre su existencia. El 70%-80% de las fracturas se localizan en el tercio medio, el 10%-20% en el polo proximal y el 10% en el polo distal. En el estudio epidemiológico realizado por Hove en

Noruega, se observó que el 82% de las fracturas ocurren en hombres, con una mayor incidencia entre los 20 y los 30 años.

La fractura de escafoides de la muñeca (fractura navilar) se produce por una caída sobre la mano en extensión y desviación radial. El riesgo de la fractura consiste en la formación de una Speudoartrosis o en la necrosis del escafoides, que predispone a la artrosis de muñeca (22).

El escafoides posee una morfología irregular y es el eslabón fundamental en la biomecánica del carpo. El centro de la superficie articular distal es palmar con respecto a la superficie articular proximal de forma que se produce un momento de flexión cuando las fuerzas axiales atraviesan la muñeca en dirección al antebrazo. La nutrición intraósea desde distal a proximal deja al polo proximal en una situación precaria que predispone a la necrosis avascular a medida que el trazo de fractura se localiza en zonas proximales, pues ni el ligamento radio-escafoides-semilunar ni el ligamento escafoides-semilunar proporcionan suficiente aporte vascular.

Con frecuencia la fractura presenta un dolor local discreto a la presión y dolor a la compresión, el paciente manifiesta dolor en el lado radial de la muñeca. A menudo, la fractura es difícilmente detectable en la radiografía, en las proyecciones anteroposteriores no aparece claramente el escafoides y es necesario una proyección oblicua; por ello, en los casos no claros, se ha de efectuar un control radiológico tras una inmovilización de tres semanas (22).

### 3 CAPÍTULO III: EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

La mano, con su variedad de funciones, es el instrumento por el que el ser humano ha conseguido alcanzar un grado de desarrollo y de creación, tanto artística como práctica. La mano del hombre es el nexo de unión entre él y su entorno, lo que ha permitido interactuar y modificar dicho entorno a su conveniencia, y ello ha condicionado la aplicación, en forma de instrumentos, de su extraordinaria capacidad intelectual, lo que define precisamente la humanidad del hombre.

Sin la mano, las creaciones más refinadas de la mente humana serían meros conceptos teóricos. Como hemos visto, todos los elementos articulares y no articulares de la extremidad superior están destinados a un único fin: funcionalidad al máximo la mano. El hombro, con su gran movilidad, el brazo para separarla del tronco, el codo para acercarla o alejarla, es decir, favorecer un brazo de palanca superior o inferior, todo está diseñado para dar las máximas posibilidades de función a la mano, como se sabe el órgano que mayor representación cerebral tiene en el ser humano.

A partir del codo puede considerarse que solo existe una unidad fisiológica; por esto se estudian conjuntamente la muñeca y la mano. La muñeca y el antebrazo, gracias a su capacidad de prono-supinación, permiten situar la mano en cualquier posición para la prensión. La mano, con su increíble complejidad, es capaz de coger objetos pero también de hacer pinza bicipital, con sus muchas variantes (pinza lateral entre el primero y el segundo dedos como al abrir con una llave, pinza fina entre la punta del primero y de cualquier otro dedo como al coger un bolígrafo para escribir, pinza tridigital, etc.), asir objetos como un gancho y hacer movimientos finos de gran precisión, aunque también funciones más primitivas como hacerla servir de pisapapeles o utilizarla como apoyo.

Antes de iniciar el detallado examen de la muñeca y la mano, el examinador deberá observar el conjunto de la extremidad superior, incluyendo el hombro, el codo y el antebrazo, y valorar si alguna alteración de estas articulaciones limita o modifica la funcionalidad de la mano. Como se irá viendo en el examen de la muñeca y de la mano, va a ser muy importante valorar la piel, los músculos y los tendones, pero también su morfología y sus deformidades, su vascularización y su inervación, tanto motora como sensitiva.

### 3.1.Inspección.

Habitualmente se inspecciona la muñeca y la mano con el paciente sentado y colocando las dos muñecas encima de la mesa con las manos extendidas y el antebrazo en pronación. Así podremos observar si hay alguna deformidad o defecto de alineación producto de las fractura o inspeccionar los resultados de la cirugía.

La muñeca y la mano, en la actitud de pronación y extensión antedicha, suelen estar alineadas perfectamente siguiendo una línea recta. Las deformidades más frecuentes de la muñeca son la desviación radial de la mano con desalineación “en bayoneta” y prominencia de la cabeza del cúbito y la deformidad en dorso de tenedor, habitualmente secundarias a una fractura de la extremidad distal del radio.

Otra causa de inflamación generalizada de la muñeca y de la mano es el síndrome doloroso regional complejo (distrofia simpático-refleja), un proceso vasomotor relacionado, en general, con los traumatismos del carpo o la cirugía, que se caracteriza por la pérdida de los pliegues cutáneos dorsales, una piel brillante, lisa e hipersensible y un cierto abotargamiento de los dedos.

La mano, aparte de su importancia funcional, es asiento frecuente, como se ha dicho, de signos que corresponden a enfermedades sistémicas y generalizadas. La inspección de la mano, pues, es muy importante y debe hacerse de forma detallada y sistemática. Se debe explorar siempre las manos para detectar así las diferencias, tanto en coloración, aspecto, disminución o aumento de la sudoración, deformidad articular observando el aumento o la disminución del relieve o diámetro de articulación.

### 3.2.Palpación.

Es importante recordar que en afectaciones de la mano nuestra exploración tiene que abarcar a parte de esta todo el miembro superior, a la columna cervical, y zona del cuello. Ellos nos ayudaran a objetivar y detectar patologías asociadas. La palpación de la muñeca se hará con la mano en pronación, y ha de permitir localizar los puntos dolorosos en las distintas prominencias óseas y estructuras anatómicas que describiremos a continuación:

- A nivel de la articulación radio-cubital inferior: deberemos buscar si hay dolor o inestabilidad a nivel de dicha articulación. El dolor puede aparecer después de una fractura de la extremidad distal del radio. La inestabilidad suele ser secundaria a

una ruptura del ligamento triangular del carpo, con prominencia de la cabeza del cúbito. La prominencia del cúbito es más aparente en pronación y desaparece o se reduce en supinación, pero también hay dolor y movilidad patológica a la desviación cubital y radial de la muñeca.

- A nivel de la articulación radio-carpiana: se palpará el fondo de la “tabaquera anatómica”, limitada por el abductor largo y extensor corto del pulgar (primer compartimiento dorsal) por un lado, y el extensor largo del pulgar (tercer compartimiento dorsal) por otro. En dicho fondo se halla el escafoides, que será doloroso en fracturas y pseudoartrosis, pero también puede serlo en las inestabilidades escafo-lunares. En la parte media de la cara dorsal podrá palparse el semilunar, que será doloroso en la enfermedad de Kienböck o necrosis, probablemente isquémica, del semilunar. Las secuelas de fracturas o pseudoartrosis del escafoides, aunque solo sea dolorosa la palpación del fondo de la tabaquera anatómica, también pueden evidenciarse por compresión axial del primer metacarpiano y por palpación del tubérculo del escafoides, en la cara palmar de la muñeca.
- A nivel de las articulaciones metacarpo-falángicas de los dedos: Se palpará si hay sinovitis localizadas, si hay dolor y crepitación fina en la cara dorsal en la sinovitis de los extensores y de los flexores a nivel palmar y digital
- A nivel de la articulación trapecio-metacarpiana: la palpación, tanto dorsal como palmar de la trapecio-metacarpiana es dolorosa en la artrosis basal del pulgar (rizartrosis). En fases precoces de este proceso es útil, para explorar el dolor en esta articulación, presionarla entre el dedo pulgar e índice del explorador, colocados uno a nivel palmar y otro a nivel dorsal, y movilizarla suavemente, lo que provoca dolor. En fases avanzadas se establece una contractura en flexión que hace protruir esta articulación trapecio-metacarpiana.
- Palpación dolorosa del pisiforme: Se ve en las tendinitis del cubital anterior, y su palpación es en la región palmar medial de la muñeca. Se agrava en flexión y desviación cubital de la mano contra resistencia. En esta localización hay que hacer el diagnóstico diferencial con un síndrome de atrapamiento del nervio

cubital a la entrada del canal de Guyon, formado por el pisiforme y el gancho del ganchoso, en el que hay dolor en la palpación, pero también disestesias por el territorio cubital (dedos quinto y parte cubital del cuarto) y signo de Tinel.

### 3.3.Exploración física funcional.

Como se ha dicho, en la extremidad superior y a partir del codo, el antebrazo, la muñeca y la mano forman una única unidad funcional. La necesaria libertad de movimientos de la mano hace que la movilidad de la muñeca sea un proceso complejo que hace intervenir de manera coordinada sus dos articulaciones: la radiocarpiana y la medio carpiana, lo que va a permitir movimientos en dos ejes: anteroposterior de flexo-extensión y transversal de inclinación radial y cubital. Durante la flexo extensión, los huesos de las dos hileras del carpo siguen el sentido de la mano; durante la inclinación radial la hilera proximal del carpo bascula en flexión palmar y, durante la inclinación cubital, en flexión dorsal.

- Flexo-extensión

Desde la posición neutra, la flexión dorsal activa es de unos 60°- 70° y la pasiva algo más, llegando incluso a los 90°, mientras que la flexión palmar es de 60°-80°, llegando a los 90° en pacientes hiperlaxos. El flexo-extensión de ambas muñecas se compara haciendo que el paciente junte las palmas y levante el máximo los codos para estudiar la flexión dorsal, y junte los dorsos y baje los codos hasta la horizontal para estudiar la flexión palmar. Cuando se explora el flexo-extensión de la muñeca con el paciente bien relajado es interesante observar: cuando la muñeca se coloca pasivamente en flexión dorsal, los flexores de los dedos y del pulgar se tensan, provocando una flexión digital, mientras que cuando la muñeca se coloca pasivamente en flexión palmar se tensan los extensores y los dedos relativamente se estiran.

- Desviación radial y cubital

Las inclinaciones radial y cubital se miden desde la posición neutral (0°) por el desplazamiento angular de una hipotética línea que sigue el antebrazo, el tercer metacarpiano o el tercer dedo cuando la mano se desvía al máximo hacia fuera o hacia dentro. En ese sentido, la desviación radial de la muñeca de unos 20°-25° y la desviación cubital de unos 35°-40°, algo más si el enfermo hace la desviación cubital con el antebrazo en supinación.

- Pronosupinación

Corresponde a los movimientos de rotación alrededor de un eje longitudinal. Es un movimiento complejo que se hace tanto en la muñeca como en el codo, y que se mide colocando las manos perpendicularmente al suelo, en los codos a 90° pegados al cuerpo, y pidiendo al enfermo que gire las manos hacia arriba (supinación) y hacia abajo (pronación). En el movimiento de prono-supinación, el radio describe una rotación de casi 180° sobre la cabeza del cúbito, que también sufre una discreta traslación. El movimiento de supinación normal es de 75°-85°, y el de pronación algo menor de 75°-80°.

- Exploración física del pulgar

El pulgar tiene una gran libertad de movimientos, especialmente merced a la forma en silla de montar de la articulación trapecio-metacarpiana, que le permite oponerse a la palma y los demás dedos. La gran versatilidad y complejidad del pulgar lo que ha permitido a la especie humana su progresión tecnológica. En el pulgar se describen tres articulaciones en cadena: la trapeciometacarpiana, la metacarpo-falángica y la interfalángica, que se compensan entre sí y explican su gran movilidad.

- Control neurológico del pulgar

El pulgar está controlado por tres nervios, lo que da cuenta de su importancia: el radial controla la extensión y la abducción, el cubital controla la aducción y la capacidad de pinza, el mediano controla la flexión y la oposición, y es el responsable de la precisión de todo tipo de pinza.

- Exploración física de los dedos

Los dedos forman una cadena triarticular que, cerrándose sobre la palma, permiten la función prensora de la mano. Las tres articulaciones de los dedos solo tienen, para ese fin, un sentido de movimiento, la flexión, siendo la extensión, en realidad, un movimiento de “no-flexión”.

- Flexión de las metacarpo-falángica

Que se valora con los dedos extendidos o cerrando el puño. La flexión de las metacarpofalángicas de los dedos, tanto activa como pasiva, es de 90°. Estas articulaciones tienen una posibilidad de hiperextensión pasiva de entre 30° y 45°, en función de la elasticidad articular y de considerarlos juntos o dedo a dedo, lo que aumenta la posibilidad hasta los 70°-80°.

- Flexión de las interfalángicas proximales

De unos 100°-110° activa y pasiva, con extensión 0° y movimiento lateral nulo porque los ligamentos colaterales están tensos en todo el recorrido de la flexión.

- Flexión de las interfalángica distales

Que es de unos 80° activa, y un poco más, sin llegar a los 90°, pasivamente. Esta articulación tiene una posibilidad de hiperextensión pasiva que puede llegar a los 30° en sujetos laxos.

### 3.4. Sensibilidad

La evaluación de la sensibilidad se lleva a cabo mediante interrogatorio y exploración, considerando los territorios nerviosos de la mano (nervios mediano, cubital y radial) y las áreas afectadas circunvecinas a la cicatriz. En esta etapa es importante conocer si las alteraciones en la sensibilidad (hipostesia o hiperestesia) constituyen un riesgo para las actividades laborales.

Las pruebas más utilizadas son la discriminación estética (prueba de Weber/Moberg) y la discriminación dinámica (prueba de Dellon) de dos puntos. Con ellas se determina si el paciente es capaz de percibir dos puntos independientes, estáticos o en movimiento. Para el tacto fino es necesaria una discriminación estética de dos puntos situados a menos de 6 mm. Para el tacto grueso es suficiente que ambos puntos se perciban separados cuando se encuentran a una distancia entre 7 y 15 mm. Es útil iniciar la prueba en la mano no lesionada para que el paciente entienda el procedimiento y demostrarle que la prueba no es dolorosa. Se debe tocar suavemente el pulpejo y la alineación de los puntos debe



ser longitudinal al eje del dedo y no transversalmente, para evitar evaluar en forma inadvertida el territorio de dos nervios en forma simultánea.

Los puntos estarán separados inicialmente un centímetro y se van acercando paulatinamente. La distancia mínima en la cual el paciente no pueda diferenciar entre uno y dos puntos dará el resultado de la discriminación entre dos puntos.

Para esto se utiliza un clip para coger papel con las puntas separadas; el paciente debe mirar hacia un punto diferente al del examen e ir diciendo si siente uno o dos puntos de contacto. Otra prueba útil, especialmente en niños, pacientes inconscientes o de difícil evaluación, es la observación de la pérdida de los pliegues y sudoración de los pulpejos. Las arrugas en la piel que se observan usualmente después de introducir la mano por 30 minutos en agua tibia, no aparecen cuando hay lesión nerviosa digital.

De manera similar, la sudoración de la piel desaparece por la denervación simpática después de una lesión nerviosa digital; cuando esto ocurre la piel se vuelve suave, casi como con textura de seda. Cuando deslizamos un objeto suave sobre un dedo lesionado, este pasará muy suavemente, mientras que en un dedo sano se encontrará cierta resistencia.

### 3.5. Pruebas de valoración muscular.

- Extensión de la muñeca

Está a cargo de los dos radiales (extensor carpi radialis longus y brevis) y el cubital posterior (extensor carpi ulnaris), todos inervados por el nervio radial.

- Flexión de la muñeca

A cargo de los palmares (flexor carpi radialis y palmaris longus), inervados por el nervio mediano, y del cubital anterior (flexor carpi ulnaris), inervado por el nervio cubital.

- Extensión de las metacarpo-falángicas y de los dedos

La hace el extensor común de los dedos, aunque el dedo índice y el meñique tienen un extensor propio que nos permite “señalar” con el dedo y “hacer cuernos”, todos ellos inervados por la rama interósea posterior del nervio radial. La musculatura intrínseca de la mano (lumbricales e interóseos) complica la evaluación de los extensores, puesto que tienden a ser flexores de las metacarpo-falángicas (como veremos a continuación), pero extensores de las interfalángicas de los dedos. Por este motivo, testar la capacidad del paciente para extender el metacarpo- falángicas contra resistencia es la mejor manera de evaluar los extensores extrínsecos.

- Flexión de las metacarpo-falángicas

Aunque son los flexores superficial y profundo los principales implicados en la flexión de las metacarpo-falángicas, se considera que son los lumbricales los verdaderos flexores de la metacarpo-falángica. Los dos lumbricales internos están inervados por el nervio cubital y los dos externos por el nervio mediano.

- Flexión de los dedos.

El flexor común profundo actúa como flexor de las tres articulaciones de los dedos (excepto el pulgar), pero muy especialmente de la interfalángica distal, puesto que el flexor superficial se inserta en la base de la falange media y, por tanto, es responsable de la flexión de la interfalángica proximal. La potencia de los flexores se suele valorar en conjunto, con el codo en flexión y el antebrazo en pronación, contactando con los dedos del examinador los dedos del enfermo y oponiendo resistencia. Los lumbricales se testarán haciendo flexionar contra resistencia las metacarpo-falángicas. Los flexores profundos se evaluarán dedo a dedo, estabilizando la segunda falange en extensión e invitando al paciente a flexionar la interfalángica distal.

- Abducción de los dedos

Está a cargo de los interóseos dorsales, inervados por el nervio cubital, pero el dedo meñique tiene un abductor propio (abductor digiti minimi), también inervado por el cubital. Se valoran conjuntamente, con el antebrazo en pronación y haciendo que el enfermo abra los dedos contra resistencia. Si se quiere valorar exclusivamente el primer interóseo dorsal, se hará abducir contra resistencia tan solo el dedo índice.

- Aducción de los dedos

Está a cargo de los interóseos palmares, inervados por el nervio cubital. Para testarlos, es útil una maniobra consistente en hacer que el enfermo coja una hoja de papel entre los dedos aducidos, mientras el examinador tira de ella.

- Extensión del pulgar

La hace el extensor largo y el extensor corto, ambos inervados por la rama interósea posterior del nervio radial, pero el extensor corto se ocupa de la extensión de la metacarpo-falángica, y el extensor largo de la extensión de la interfalángica del pulgar.

- Flexión del pulgar

Está a cargo del flexor largo y del flexor corto, pero el flexor corto (inervado en su parte interna por el nervio cubital y en su parte externa por el nervio mediano) se ocupa de la flexión de la metacarpo-falángica, mientras que el flexor largo, inervado por el mediano, flexiona la interfalángica del pulgar.

- Abducción del pulgar

La abducción radial del pulgar la hace el abductor largo del pulgar, inervado por el nervio radial, mientras que la abducción palmar la hace el abductor corto, inervado por el nervio mediano.

- Aducción del pulgar

Está a cargo del aductor del pulgar, el único músculo de la eminencia tenar inervado por el nervio cubital.

- Oposición del pulgar

Requiere una buena función, tanto del oponente como del abductor corto del pulgar. El oponente del pulgar está inervado por el nervio mediano. Dado que la oposición es un movimiento que une la punta del pulgar con la del meñique, será imprescindible la buena función, también, del oponente del meñique, inervado por el nervio cubital.

### 3.6.Exploración neurológica.

#### 3.6.1. Signo de Tinel

Consiste en percutir con los dedos o con un martillo de reflejos sobre un nervio y ver si se producen parestesias o disestesias por el territorio inervado por dicho nervio. Es un test clásico para determinar la compresión del nervio mediano a nivel del canal del carpo: en supinación, se percute la cara palmar de la muñeca y se observa si hay sensación disestesia o como una corriente eléctrica en los dedos centrales de la mano. Sirve también para determinar una compresión del nervio cubital a nivel de la entrada del canal de Guyon

#### 3.6.2. Test de Phalen

Se basa en que la flexión de la muñeca mantenida más de un minuto despierta parestesias y dolor en el pulgar y en los dedos centrales de la mano cuando hay un síndrome del canal carpiano. Puede hacerse manteniendo el examinador la flexión de la muñeca o haciendo que el enfermo mantenga una flexión palmar máxima comprimiendo el dorso de ambas manos. Hay una maniobra, el Test de Phalen invertido que busca lo mismo, pero manteniendo una flexión dorsal máxima con las palmas unidas (“posición de rezar”).

#### 3.6.3. Test de compresión digital

Consiste en mantener durante un minuto una presión intensa y constante sobre un nervio y observar si aparecen disestesias en su territorio. En el caso del mediano en el canal del carpo se presionará sobre la muñeca en supinación entre ambos palmares, a nivel del pliegue distal (Fig. 84), y en el caso del cubital en el canal de Guyon se comprimirá con un dedo este nervio, justo por fuera del pisiforme, durante un minuto. Parece ser que el test de compresión digital es el más sensible para ambos síndromes canaliculares.

## 4 CAPÍTULO IV: TRATAMIENTO

### 4.1. Objetivos ortopédicos.

Es necesaria una reducción anatómica del escafoides. El polo distal del escafoides tiende a la flexión en fracturas inestables llevando a la deformidad en joroba y mal alineamiento. Se debe evitar la mala consolidación en esta posición porque provoca una inestabilidad del carpo, pérdida de la extensión de la muñeca, debilidad de la garra y colapso del carpo.

Un alineamiento normal anatómico de la unión escafoides conduce a la estabilidad del carpo dependiendo de la severidad de la lesión inicial. Cualquier lesión ligamentosa asociada, que conlleve a una luxación perilunar o semilunar debe reconocerse y tratarse. En el caso de la no consolidación escafoides el escafoides distal puede flexionarse cuando el escafoides proximal y el semilunar se extienden. Esto conduce a una mala alineación e inestabilidad del carpo similar a la asociada con disociación escafolunar. El escafoides se articula con cinco huesos: radio, semilunar, trapecio, trapecoide y grande.

### 4.2. Objetivos del tratamiento:

- Mantener y mejorar el rango de movimiento del pulgar y la muñeca.
- Mantener y mejorar la fuerza de los siguientes músculos: Abductor largo y corto del pulgar, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar, flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo y flexor largo y corto del pulgar.

### 4.3. Objetivos funcionales:

- Mejorar y restaurar la función de la mano y de la muñeca prestando atención a la fuerza de garra, pinza, empuñadura, actividades asociadas a la abducción del pulgar, flexión y oposición.

### 4.4. Complicaciones:

- Síndrome Del Túnel Carpiano

El síndrome del túnel carpiano se produce cuando el nervio mediano, que va desde el antebrazo hacia la mano, se comprime en la muñeca<sup>25</sup>

- Artritis Postraumática

Es una enfermedad de las articulaciones que se produce como consecuencia de daños mecánicos en los cartílagos, ligamentos, meniscos, tendones, capsulas articulares. Si la lesión es grave, la movilidad de la articulación se rompe inmediatamente después de una exposición traumática<sup>25</sup>.

- Speudoartrosis

La Speudoartrosis o la mala consolidación de fracturas es la deficiente conclusión del proceso reparador de una fractura por parte del organismo de forma que queda en la línea de fractura una solución de discontinuidad con inestabilidad (movimiento) de ambos extremos de fractura. Suele además formarse una estructura fibrosa que rodea a la fractura a modo de articulación.

- Disfunción articular en la prono-supinación

Los terapeutas deben abordar múltiples posibles contribuyentes a la pérdida de movimiento del antebrazo y evitar un enfoque limitado de movimiento es importante para evaluar toda la articulación del antebrazo cuando se desarrolla un plan de tratamiento integral, recuperar el movimiento y no simplemente forzar el radio distal alrededor del cúbito<sup>23</sup>.

- Síndrome compartimental

#### 4.5. Tiempo previsto de la consolidación:

- De cuatro semanas a 12 meses dependiendo de la localización de la fractura.
- De cuatro a 6 semanas para fracturas de la tuberosidad.
- De diez a 12 semanas para fracturas del cuello.
- De dieciséis a 20 semanas para fracturas del polo proximal.
- Un fallo de consolidación de 4 a 6 semanas indica retraso de consolidación, más de esto indica una no consolidación.

#### 4.6. Tiempo previsto de rehabilitación:

- De tres a 6 meses.

#### 4.7.Método de tratamiento

##### 4.7.1. Yeso

Biomecánica: sistema de distribución de cargas

Forma de consolidación ósea: primaria.

**Indicaciones:** el tratamiento de elección para las fracturas de escafoides no desplazadas o mínimamente desplazadas es la inmovilización con un yeso con espica del pulgar. La inclusión del pulgar reduce el movimiento en el cuello escafoides. La muñeca debe mantenerse en flexion/ extensión neutra y desviación de neutra a radial.

Para las fracturas de la tuberosidad puede utilizarse un yeso con espica de pulgar antebraquial. Las fracturas de la tuberosidad están asociadas con menor riesgo de retraso de consolidación.

Para el resto de las fracturas debe utilizarse un yeso con espica de pulgar braquial. Un yeso por encima del codo evita la pronación y supinación del antebrazo de la fractura, que se piensa que compromete la consolidación de la fractura al permitir la movilidad en el foco de fractura. El yeso se puede combinar con la estimulación eléctrica con pulsos de campo electromagnético. Este método es aún experimental, pero a veces se indica para tratar no consolidación escafoides tras injerto óseo.

##### 4.7.2. Reducción abierta y fijación interna.

Biomecánica: sistema de protección de cargas.

Forma de consolidación ósea: Primaria. Si no se consigue una fijación sólida, también ocurrirá una consolidación secundaria.

**Indicaciones:** Se realiza el tratamiento quirúrgico en las fracturas nuevas desplazadas, así como en los retrasos y en las no consolidaciones. Las fracturas recientes se pueden tratar con un tornillo de compresión de Herbert o agujas de Kirschner, mientras que los retrasos o las no consolidaciones requieren de un injerto óseo. Todo postoperatorio requiere una

inmovilización con yeso. El tornillo de fijación Herbert proporciona compresión en el foco de fractura, lo que acorta el periodo de inmovilización con yeso del postoperatorio.

#### 4.8. Lesiones asociadas

Puede hacer fracturas concomitantes de estiloides radial o de radio distal, o lesiones ligamentarias del carpo. Las luxaciones semilunares o perilunares concomitantes, fracturas del grande y fracturas de radio distal deben ser tratadas agresivamente, porque se deben a un traumatismo de alta energía y requieren de un tratamiento distinto al de una fractura aislada de escafoides.

#### 4.9. Carga

La extremidad lesionada debe estar en descarga. El paciente debe evitar el apoyo del peso de su cuerpo mediante un andador o bastón o al apoyar el brazo afecto para la levantarse de la silla o la cama. Se pueden utilizar andadores y bastones con plataforma si es necesario, porque el peso se carga más proximalmente en el codo.

#### 4.10. Marcha

El papel de la oscilación del brazo como una fuerza de balanceo y estabilización está afectada por el yeso. Esto normalmente no tiene mayor importancia.

#### 4.11. Fase no consolidada:

##### 4.11.1. Objetivos

- Realizar una ortesis de estabilización en material termoplástico
- Combatir los fenómenos algicos y tróficos posoperatorios
- Insistir en las movilizaciones asociadas de la mano, el codo y el hombro.
- Recuperar la sensibilidad y la imagen del movimiento.
- Educar al paciente

##### 4.11.2. Principios

1. Controlar la comodidad con la ortesis, que se debe usar durante alrededor de 3 semanas, y adaptar en caso de necesidad
2. Realizar una movilización precoz respetando los sectores que no tiene riesgo
  - Posición de partida: extensión de 0°, inclinación cubital 15°, movilizaciones metódicas, flexión 30°, extensión de 0°, e inclinación radial 0°.



- Movilizaciones combinadas: flexion/ inclinación cubital 30°/ 20°, extensión/ inclinación radial prohibida.
- Evitar cualquier técnica que genere presiones en compresión axial, salvo las contracciones musculares graduadas en espaldar.
- Insistir en las técnicas perceptivas, sensoriales y virtuales
- Controlar rigurosamente los signos que señalan complicaciones, como síndrome de Volumen, lesiones cutáneas o síndrome doloroso regional complejo tipo I
- Educar al paciente.

### **Técnicas**

#### **a) Educación:**

- Enseñar al paciente a realizar correctamente crioterapia 4 a 6 veces por día, realizar relajaciones en declive varias veces durante el día y, por la noche, controlar la postura de la mano por encima del codo.
- Educar al paciente para que realice movimientos de la columna cervical, el hombro, el codo y los dedos con la protección de la escayola.

#### **b) Antiálgico, cutáneo, trófico y circulatorio:**

- Colocar el miembro superior en posición de declive
- Masaje circulatorio y drenaje linfático manual.
- Controlar y masajear el tejido cutáneo en los puntos de apoyo en la ortesis
- Masaje de la nuca, la cintura escapular, y el brazo con insistencia en las contracturas doloras.
- Ante un traumatismo agudo, constituye un tratamiento de elección y su aplicación puede ser inmediata si la piel está intacta. La crioterapia actúa sobre la secuencia de reacciones fisiopatológicas que siguen al trauma como es el caso de la aparición del edema. El frío disminuye el espasmo muscular postraumático. Es fundamental utilizar el frío inmediatamente después de producido el traumatismo<sup>26</sup>.
- Electroterapia antiálgica de baja frecuencia, y muy baja frecuencia. La inervación sensitiva de la muñeca está garantizada por el nervio interóseo anterior, rama del nervio mediano, ara la cara anterior por el nervio interóseo

posterior, rama del nervio radial, a la cara posterior y lateral. El electrodo proximal se ubica en C5 – C6 para dolores de topografía anterior y en C6 – C7 para las de topografías posterolaterales.

El electrodo de muy baja frecuencia se ubica en la columna dorsolumbar.

c) Articular

- Movilizaciones en todos los planos de la columna cervical, el hombro, el codo y los dedos.
- Movilizaciones de la muñeca respetando los sectores autorizados

d) Muscular y neuromuscular

- Empleo de irradiación de cadenas a partir del miembro superior sano.
- Trabajo prudente de los músculos del antebrazo en cocontracción, de los flexores y extensores de la, muñeca para no generar presiones en cizallamiento ligadas a las tensiones asimétricas en escafoides carpiano.
- Trabajar los músculos de la mano con exclusión del trabajo de fuerza.
- Tomar conciencia de la actitud antiálgica y corregirla mediante un trabajo postural.
- Trabajar la sensibilidad estimulando de manera metódica los receptores de la muñeca, la columna del pulgar, y los dedos, tacto epicrítico, tacto protopático, calor, frío, sensibilidad profunda, posicionamiento articular, sentido de movimiento, asistencia tónica vibratoria, etc.

e) Funcional

Revisar con el paciente las actividades cotidianas que generan problemas y disponer las ayudas físicas o técnicas necesarias.

4.12. Fase consolidada

4.7.2. Objetivos

- Obtener amplitudes articulares y recuperar progresivamente la extensión y la inclinación radial combinadas
- Privilegiar las técnicas de movilizaciones específicas

- Realizar ejercicios de recuperación progresiva de apoyo sobre el miembro superior
- Corregir las compensaciones durante las actividades cotidianas
- Fortalecer musculatura
- Aumentar progresivamente las presiones comenzando con las sujeciones de fuerza.
- Insistir en la velocidad de ejecución de los movimientos funcionales

#### 4.7.3. Principios

- Analizar sistemáticamente los informes de consulta y de radiología para asegurarse que la fractura está consolidada
- Respetar la progresión de la ganancia de amplitud articular, posición de partida de los ejercicios: extensión 0°, inclinación cubital 0°.
- Movilizaciones metódicas: flexión sin restricción, en extensión a 30°, luego total en forma progresiva, inclinación cubital total progresiva, inclinación radial a 30° total progresiva, movilizaciones combinadas: flexión/ inclinación cubital sin restricciones.
- Insistir en las técnicas perceptivas, sensoriales y virtuales
- Controlar la aparición de cualquier dolor anormal

#### 4.8. Tratamiento de cuatro a seis semanas

Consideraciones ortopédicas y de rehabilitación.

- Exploración física.  
Aproximadamente a las seis semanas se debe realizar una exploración sin el yeso. Vigilar la fragilidad ósea. Explorar el rango de movimiento activo y pasivo del hombro, codo y dedos. Observar si existe distrofia simpática refleja, que se caracteriza por cambios tróficos, alteraciones, vasomotoras, hiperestesia, dolor y malestar desproporcionado con la fase de consolidación. Si se presenta, requiere de una terapia agresiva. Aparezca o no inflamación, se debe volver a aplicar una espica de pulgar antebraquial, si no hay evidencia de unión en la radiografía.
- Radiografía

Se debe vigilar en las proyecciones anteroposterior, lateral y oblicua de muñeca sin yeso, desplazamiento y angulación. Buscar puentes óseos trabeculares, que se ven por la desaparición de la línea de fractura. Si se ha empleado fijación rígida, el puente calloso se ve menos, y la progresión de la unión ósea se seguirá de la desaparición de la línea de fractura.

- Carga de peso

No se permite carga en la extremidad lesionada.

- Amplitud de movimiento

Al final de la sexta semana se debe cambiar el yeso largo por una espica antebraquial. Ejercitar los movimientos de flexion y extensión activos suaves en la articulación del codo. El codo puede estar rígido secundariamente a la inmovilización. La pronación y supinación siguen restringidas para ayudar a prevenir el movimiento en el foco de fractura. Continuar con los ejercicios de movimientos activos y activos asistidos del hombro y los dedos.

- Fuerza muscular

Continuar con los ejercicios isométricos del bíceps, tríceps, y deltoides. Al final de la sexta semana prescribir ejercicios isotónicos del codo y el hombro en flexion y extensión, y del hombro en abducción y aducción.

- Actividad funcional

- La paciente continúa con actividades de una mano porque el antebrazo y la muñeca siguen ensayados. Necesita ayuda en los cuidados personales y el vestido y usa la extremidad sana para el cuidado personal y la higiene.

#### 4.9. Tratamiento ocho a doce semanas:

##### Consideraciones ortopédicas y rehabilitación

- Exploración física

Examinar la muñeca sin el yeso. Explorar la muñeca en busca de fragilidad ósea, valorar rango de movimiento activo y pasivo de la extremidad lesionada a nivel del hombro, codo y dedos. Descartar una distrofia simpática refleja.

- Peligros.

Sin cambios.

- Radiografía.

Descartar desplazamiento o angulación en las radiografías sin yeso, examinar el patrón de trabecular y la desaparición de la línea de fractura. Si la fractura es aun visible, considerar volver a colocar el yeso otras seis semanas. Si ha ocurrido una necrosis avascular del polo proximal, aparecerá mayor densidad que en otros huesos del carpo. Si la fractura se ha consolidado, aun con necrosis avascular, retirar el yeso<sup>20</sup>.

- Carga de peso.

Se permite la carga tras doce semanas si la fractura está consolidada y se han restaurado la movilidad y la fuerza de la muñeca.

- Amplitud de movimiento.

Después de 12 semanas, si la fractura ha consolidado, se retira el yeso corto. Se prescriben ejercicios activos suaves de movimiento de la muñeca en flexión, extensión y desviación cubital y radial. La articulación de la muñeca estará rígida al permanecer inmovilizada durante doce semanas e inicialmente la movilidad estará muy limitada y será dolorosa. Puede prescribirse la hidroterapia para disminuir la incomodidad de la muñeca durante los ejercicios de movilidad. El pulgar puede estar también rígido por mantenerse en extensión. Se prescriben ejercicios de movilidad activa suave de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas del pulgar. Se comienza con ejercicios suaves de pronación y supinación a nivel del codo, prescribir ejercicios activos- asistidos, y pasivos de flexión y extensión del codo. Continuar con ejercicios de movilidad del hombro, codo y dedos.

- Fuerza muscular.

Entre la doce y dieciocho semanas se prescriben ejercicios de fortalecimiento de los flexores largos y extensores de la mano, como apretar una pelota de goma y amasar. Esto sirve para mejorar la fuerza de presión. Se continúa con ejercicios isotónicos de hombro y codo. El paciente puede sujetar 2 libras de peso (1kg) con la mano y levantarla contra gravedad para mejorar la flexión del codo y fortalecer el bíceps.

Sujetando el peso, el paciente puede abducir y aducir el hombro para mejorar la fuerza de los músculos de la cintura escapular.

- Actividades funcionales.

Se indica al paciente que utilice la extremidad lesionada para mejorar la estabilidad al final de las doce semanas y puede empezar a emplearla para el aseo y también para los cuidados personales. No se permiten actividades como levantar, empujar ni apoyar en este momento.

- Marcha.

El balanceo de la extremidad afecta esta restaurado

#### 4.10. Tratamiento de doce a dieciséis semanas.

Consideraciones ortopédicas y de rehabilitación.

- Exploración física.

Examinar sin el yeso. Explorar la muñeca para descartar fragilidad ósea y movilidad. Objetivar el rango del movimiento activo y pasivo de la extremidad lesionada a nivel de hombro, codo y dedos. Descartar una distrofia simpática refleja

- Peligro.

Sin cambios.

- Radiografía.

Examinar las radiografías sin yeso, desplazamiento o angulación, examinar el callo y la desaparición de la línea de la fractura. Si la fractura es aun visible, considerar la realización de estudios adicionales como radiografías simples o TC para una mejor evaluación de la fractura. Si ha ocurrido una necrosis avascular del polo proximal, aparecerá más denso que cualquier otro hueso del carpo.

- Carga de peso.

Se permite la carga completa.

- Amplitud de movimiento.

Se prescriben ejercicios de movimiento de la muñeca, dedos, pulgar y codo. Si la movilidad está limitada, se prescriben ejercicios desde activos- asistidos a pasivos. Se pueden prescribir la hidroterapia para reducir la incomodidad

del estiramiento del tejido y ayudar a obtener un rango de movilidad completa.

- **Fuerza muscular.**

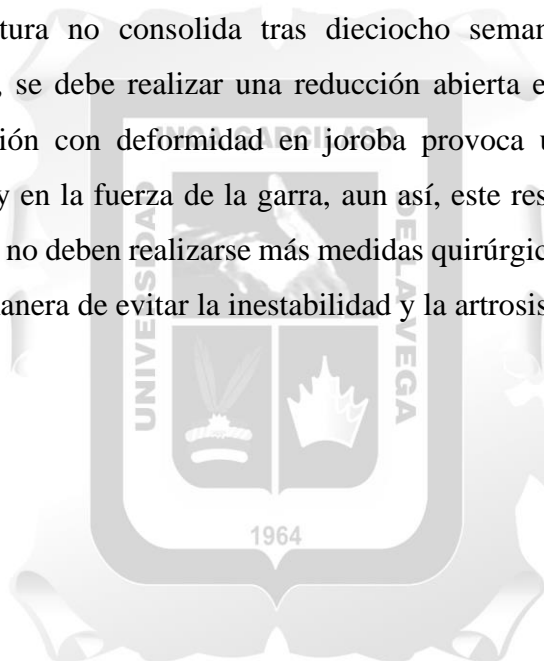
Se prescriben ejercicios progresivos contra resistencia de la extremidad. El paciente puede utilizar su extremidad sana ofrecer resistencia.

- **Actividades funcionales.**

Se estimula al paciente para que mejore su fuerza de garra y empuñadura, y a usar la extremidad afecta para las actividades de atención, cuidado personal, aseo, alimentación, escritura, abrir puertas e introducción y giro de llaves en cerraduras

- **Consideraciones a largo plazo.**

Si la fractura no consolida tras dieciocho semanas de tratamiento no quirúrgico, se debe realizar una reducción abierta e injerto óseo. La mala consolidación con deformidad en joroba provoca una disminución de la extensión y en la fuerza de la garra, aun así, este resultado clínico debe ser aceptado y no deben realizarse más medidas quirúrgicas. La consolidación es la mejor manera de evitar la inestabilidad y la artrosis dolorosa resultante.



## CONCLUSIONES

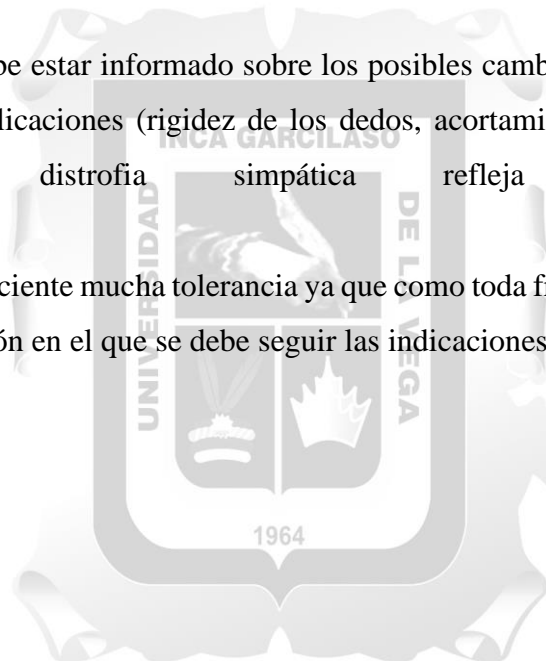
1. El traumatismo de mano puede comprometer vasos, nervios, músculos, tendones, huesos o articulaciones, por lo cual se debe realizarse de una manera rápida y sistemática, una lesión a cualquiera de los sistemas mencionados debe ser rápidamente diagnosticada y manejada. La mayoría de estas fracturas pueden ser tratadas exitosamente con varios métodos, asimismo es difícil estandarizar una técnica como la más indicada, ya que esto puede variar para cada paciente en particular.
2. El escafoides es un hueso del carpo que se suele lesionar por una caída con la muñeca extendida, además de ser una fractura que puede pasar desapercibida en la radiografía las primeras semanas por lo que se recomienda hacer un seguimiento. Una complicación grave es que el escafoides está poco vascularizado por lo que puede evolucionar a una necrosis avascular, de igual manera no se debe pasar por alto el olvidar el componente psicológico, ya que es fundamental para obtener el mayor beneficio.
3. No se debe minimizar la importancia de los síntomas de los pacientes y, en caso de que el dolor continúe, es necesario realizar estudios diagnósticos más específicos, con el fin de disminuir las complicaciones. Una adecuada evaluación clínica y una buena radiografías anteroposterior, lateral y oblicua; son puntos claves para lograr buenos resultados y minimizar las complicaciones que se presentan al fijar estas fracturas
4. En este trabajo se logró recopilar datos de diversos libros y de estudios que se han realizado en los últimos años en diversas partes del mundo, en todos se puede verificar la efectividad que tiene el tratamiento conservador, quirúrgico y fisioterapéutico.



## RECOMENDACIONES

A continuación detallaremos las recomendaciones:

1. De igual manera una vez sufrido un mecanismo de lesión ya explicado es importante recurrir a un lugar de emergencia y poder realizar exámenes de imágenes.
2. Es importante seguir las pautas dadas por el Terapeuta físico como la aplicación de un agente físico, o los ejercicios que se pueden realizar con continuidad en casa, evitando la carga de las primeras semanas.
3. El paciente debe estar informado sobre los posibles cambios degenerativos y las posibles complicaciones (rigidez de los dedos, acortamiento de los ligamentos colaterales, distrofia simpática refleja entre otros).
4. Se le pide al paciente mucha tolerancia ya que como toda fractura tiene un proceso de consolidación en el que se debe seguir las indicaciones del médico



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Field D. Anatomía, palpación y localización. Primera ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2004.
2. A. Lourenco, R. Cattani, F. Nogueira, H. Lopez. D. Narciso, M. Barreto. Percutaneous treatment for waist and proximal pole scaphoid fractures. 2016.
3. A. Pineda, E. Bernade, A. Morales. Fracturas del hueso piramidal en un paciente pediátrico. 2017.
4. G. Chaves, F. Jose, V. de Morales, M. Fernandez, J. Bellot. How scaphoid fractures are treated in Brazil. 2018.
5. M. Moran, G. Jimenez, A. Guadalupe, C. Hernandez, K. Satana, R. Orrantia, J. Rojas, A. Nava. Fracturas de la mano en la terapia física y rehabilitación: conceptos básicos, conceptos prácticos y visión general. 2014.
6. P. Curbelo, R. Olivera, M. Sosa. Luxación simultánea carpometacarpiana del pulgar y los cuatro dedos. 2018.
7. M. Palestanga, D. Field, R. Soames. Anatomía y movimiento humano estructura y funcionamiento. Primera edición ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2000.
8. L. Perez, M. Meri, D. Ruoana. Manual y atlas fotografías de anatomía del aparato locomotor: Medica Panamericana; 2016.
9. Neuman, Donald A. Fundamentos de la rehabilitación física kinesiólogía del sistema musculoesquelética Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
10. Ruiz J. Anatomía topográfica con uso de nomenclatura internacional. Quinta edición ed. Mexico; 2002.
11. Castro CI. Lesiones de la mano y muñeca. Primera edición ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
12. M. Lynn, Marcia E. Epler. Fundamentos de las técnicas de evaluación musculoesquelética Paidotribo E, editor. Barcelona; 2002.

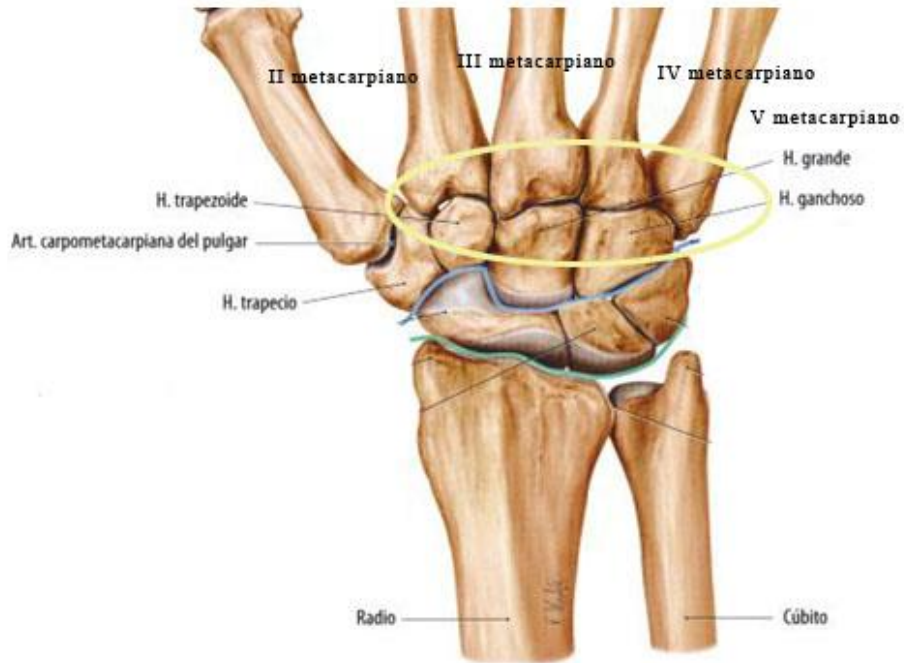
13. M. Nordin, V. Frankel. Biomecanica basica del sistema musculo esquelitico España: Editorial McGraw; 2204.
14. Gardner, Gray, O"Rahilly. Anatomia de Gardner. Quinta edicion ed. Mexico: Editorial Interamericana.
15. Kapandji AI. Fisiologia Articular. 6th ed. Barcelona : Editorial Panamericana; 2012.
16. Keith L, Arthur F. Anatomia con orientacion clinica. 5th ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2007.
17. Neumann, Donald A. Fundamentos de la rehabilitacion fisica, cinesiologia del sistema musculoesqueletico España: Editorial Paidotribo; 2007.
18. Fitzgerald, Kaufer, Malkani. Ortopedia Buenos Aires: Editorial medica Panamericana; 2008.
19. Netter FH. Sistema musculoesqueletico: Editorial Elsevier - Masson; 2005.
20. Stanley Hoppenfeld, Vasantha L. Murthy. Fracturas tratamiento y rehabilitacion Madrid, España: Marban; 2004.
21. Flores JB. Fracturas España: Editorial Panamericana; 1999.
22. Ehmer B. Fisioterapia en ortopedia y traumatología Madrid: Editorial Mc; 2005.
23. S. Brent Brotzman, Robert C. Manske. Rehabilitacion Ortopedica Clinica un enfoque basado a la evidencia. Barcelona: Elsevier; 2012.
24. Quesnot, Chanussot. Rehabilitacion del Miembro Superior España: Editorial Medica Panamericana; 2010.
25. Altman E. The ulnar side of the wrist: Clinically relevant anatomy and:..Journal of Hand Therapy; 2016.
26. Cordero M. Agentes físicos Terapeuticos La Habana: ECIMED; 2008.
27. Garcia F. Clasificacion y metodos diagnosticos de las fracturas de muñeca: revista mexicana del colegio de ortopedia y traumatologia Mexico; 2011.

28. Valerius K, Frank A. El libro de los musculos anatomina, exploracion, y funcion  
España: Ars Medica; 2009.
29. H CM. Agentes físicos en rehabilitación, de la investigación a la. Cuarta edición ed.  
Barcelona, España: Elsevier; 2014.
30. Pascual JJ. Manual de tratamiento en la atención temprana en traumatismos de mano  
La Habana; 2010.



## ANEXOS

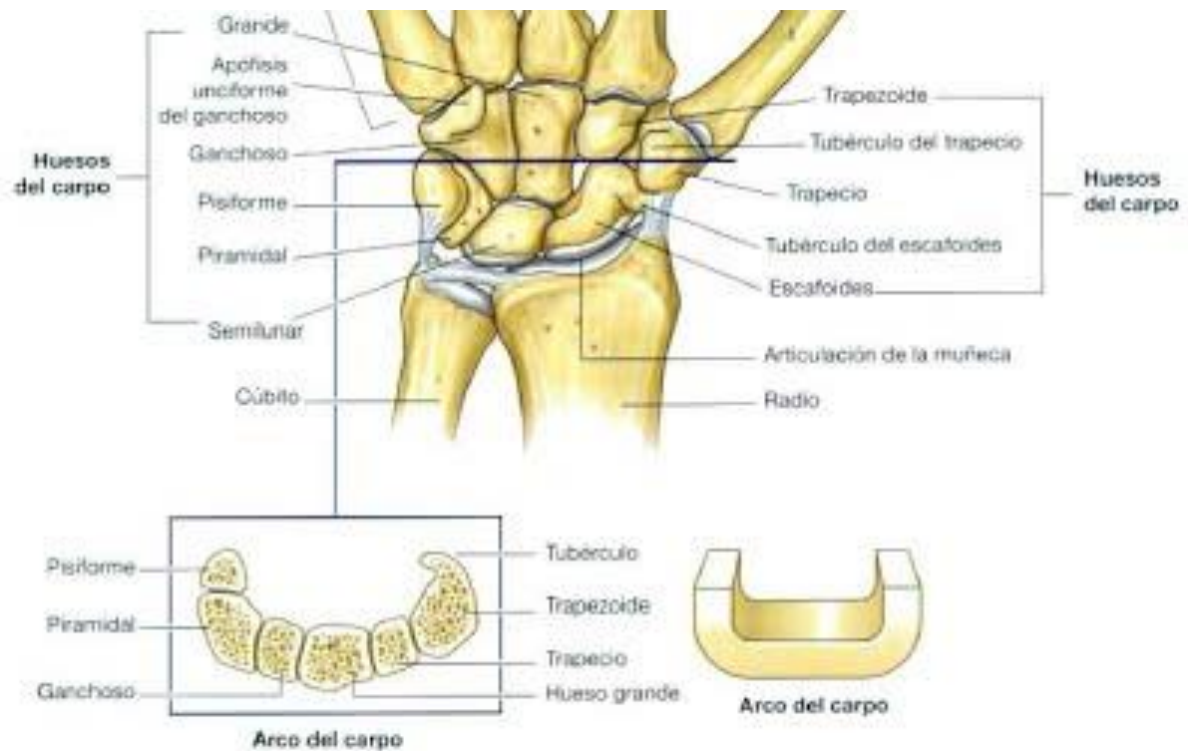
### ANEXO 1: huesos del carpo



Se muestra los huesos del Carpo, el cúbito y el radio, estructuras que componen la articulación de la muñeca.

**Referencia:** <http://kinesioapuntes.blogspot.com/2018/04/mnemotecnia-anatomia-huesos-del-carpo.html>

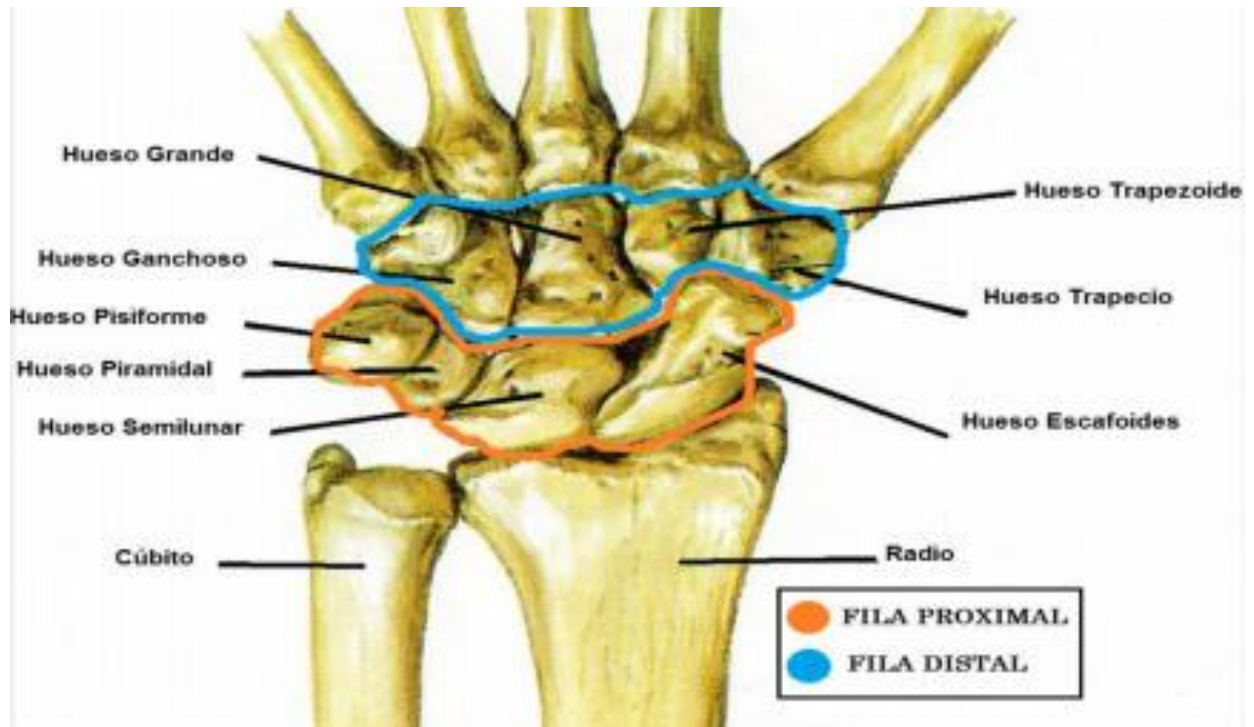
## ANEXO 2: Arcos del carpo



Se muestra los huesos del carpo, junto al arco del carpo.

**Referencia:** <https://sites.google.com/site/anatomiahumanadebrazo/introduccion/huesos-de-la-extremidad-superior/mano>

### ANEXO 3: Fila proximal y distal

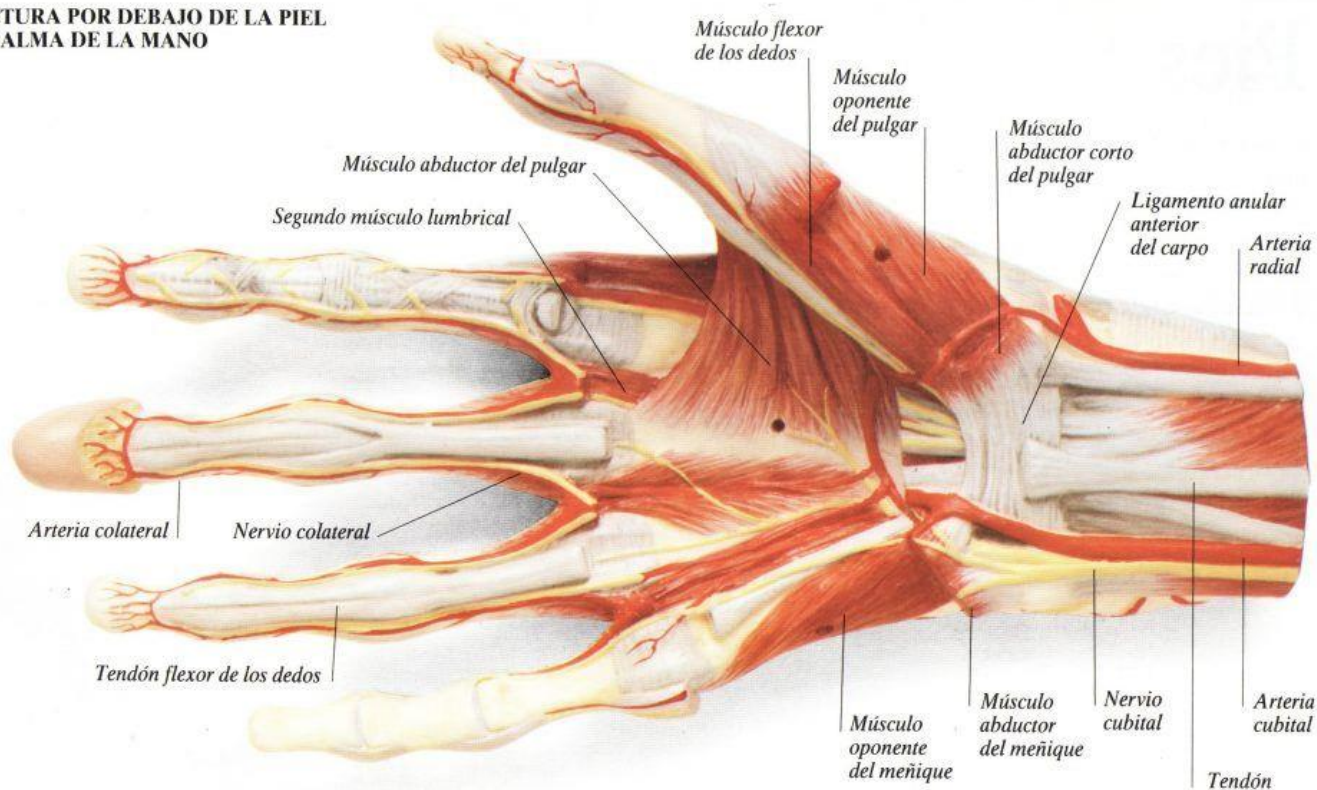


Se muestra los las filas tanto proximal y distal.

Referencia: <https://slideplayer.es/slide/5549935/>

## ANEXO 4: Músculos y ligamentos

### ESTRUCTURA POR DEBAJO DE LA PIEL DE LA PALMA DE LA MANO



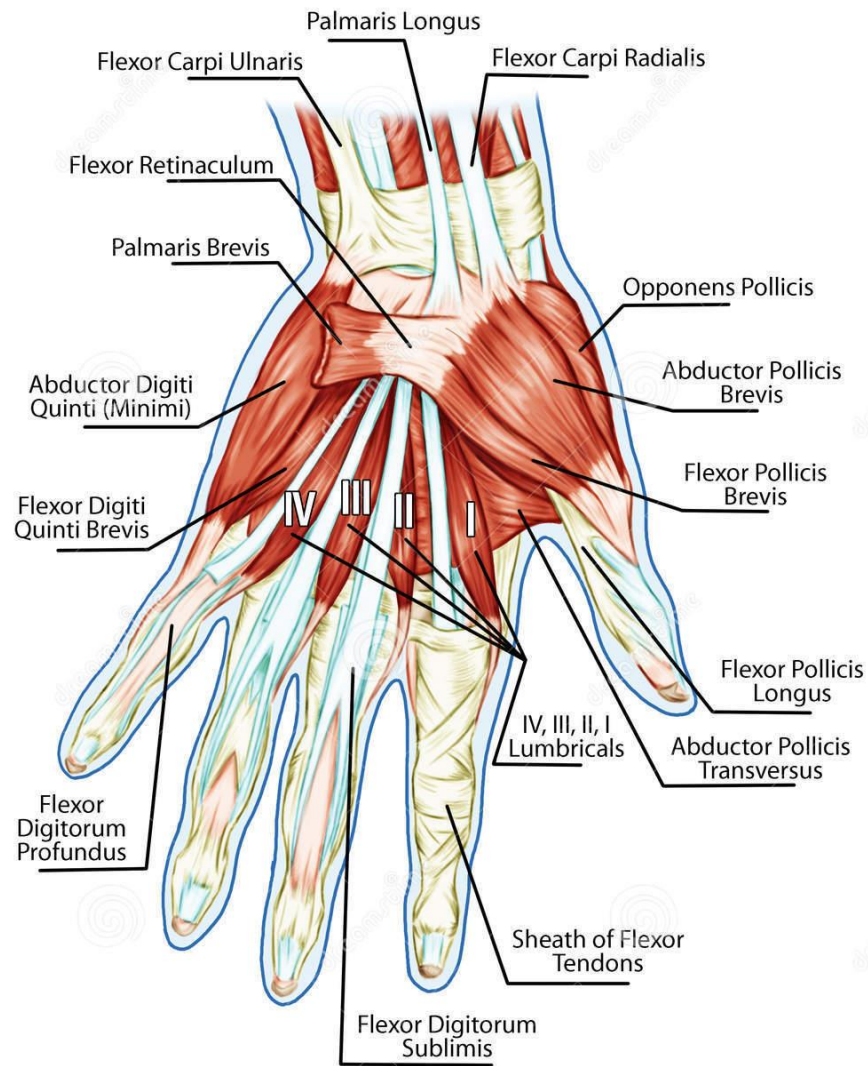
Se muestra los músculos de la mano de la cara anterior

**Referencia:** <http://musculorapido.com/musculos-de-la-mano>



## ANEXO 5: Músculos en vista posterior

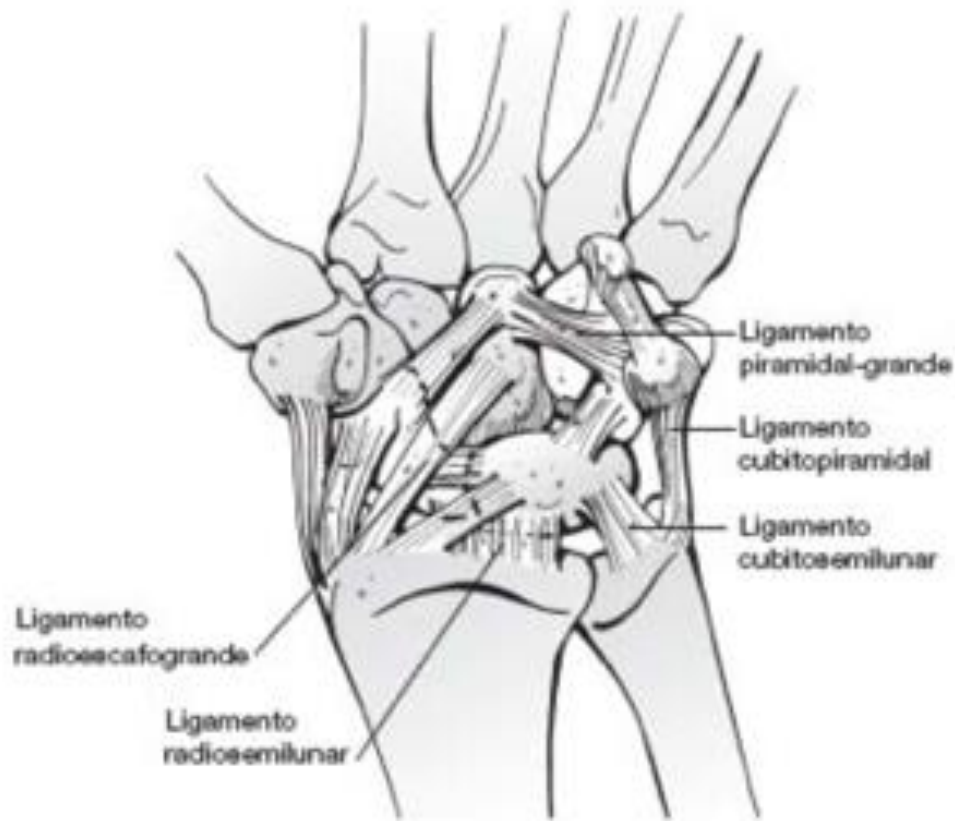
}



Se muestra los músculos de la mano de la cara posterior

**Referencia:** <https://tucuerpohumano.com/c-sistema-muscular/musculos-de-la-mano/>

## ANEXO 6: Ligamentos

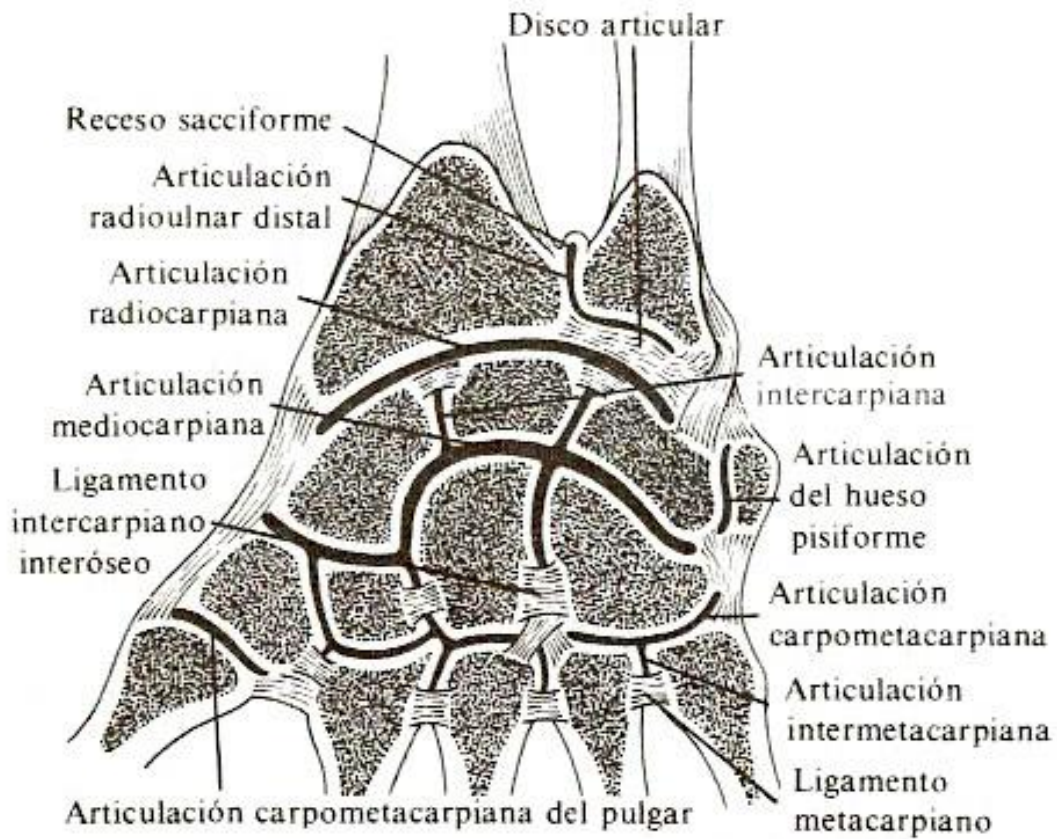


1964

Se muestra los ligamentos que conforman el carpo.

**Referencia:** <http://www.docenciatraumatologia.uc.cl/patologia-traumatica-mano-t/fracturas-del-carpo>

## ANEXO 7: Articulaciones

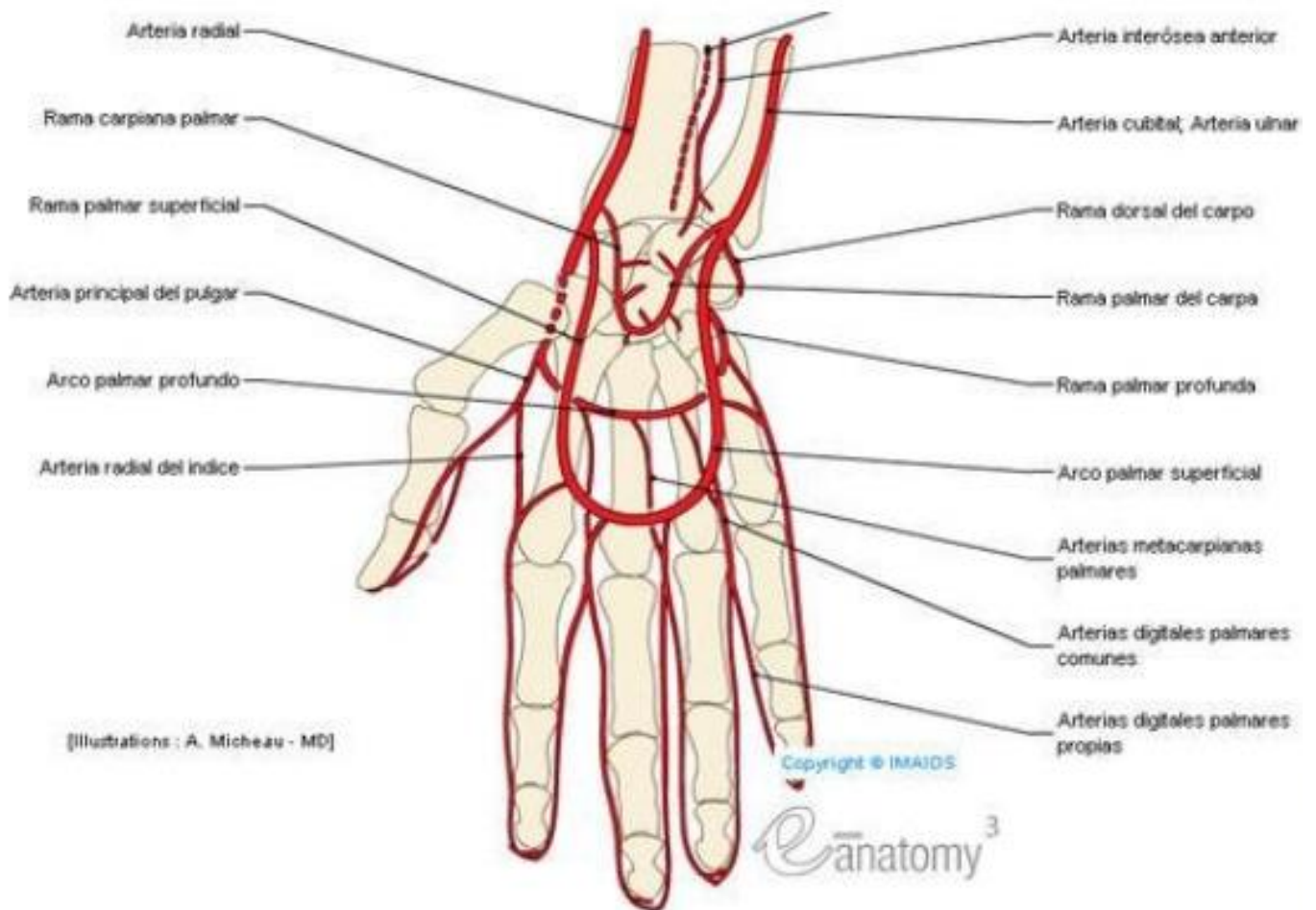


1964

Se muestra las articulaciones del carpo además de los ligamentos.

**Referencia:** <http://www.anatomiahumana.ucv.cl/kine1/top8.html>

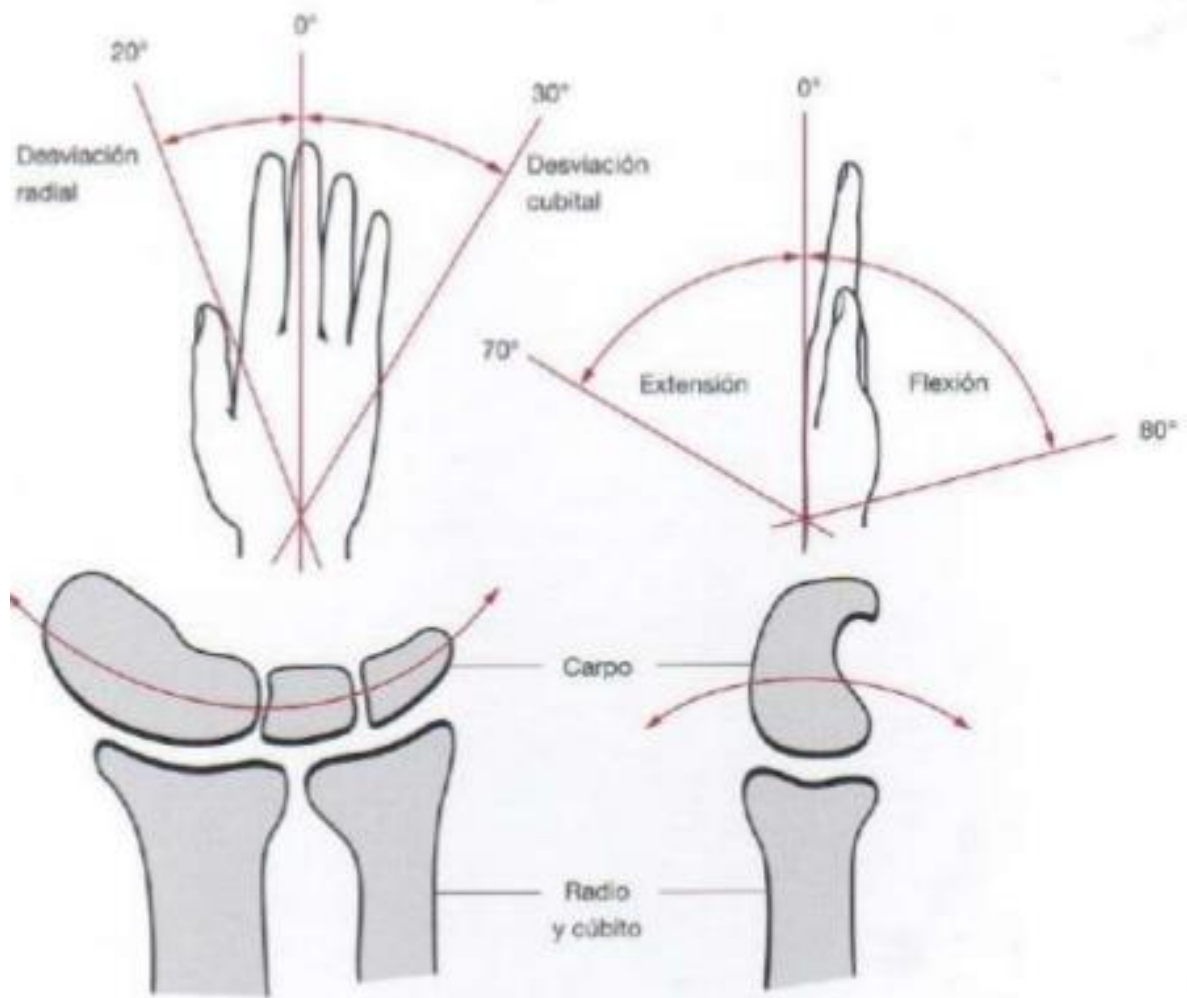
## ANEXO 8: Arterias



Se muestra las arterias de la articulación del carpo.

**Referencia:** [https://ayudahispano-3000.blogspot.com/2014/12/sistemas-de-organos-anatomia\\_85.html](https://ayudahispano-3000.blogspot.com/2014/12/sistemas-de-organos-anatomia_85.html)

## ANEXO 9: Artrocinemática

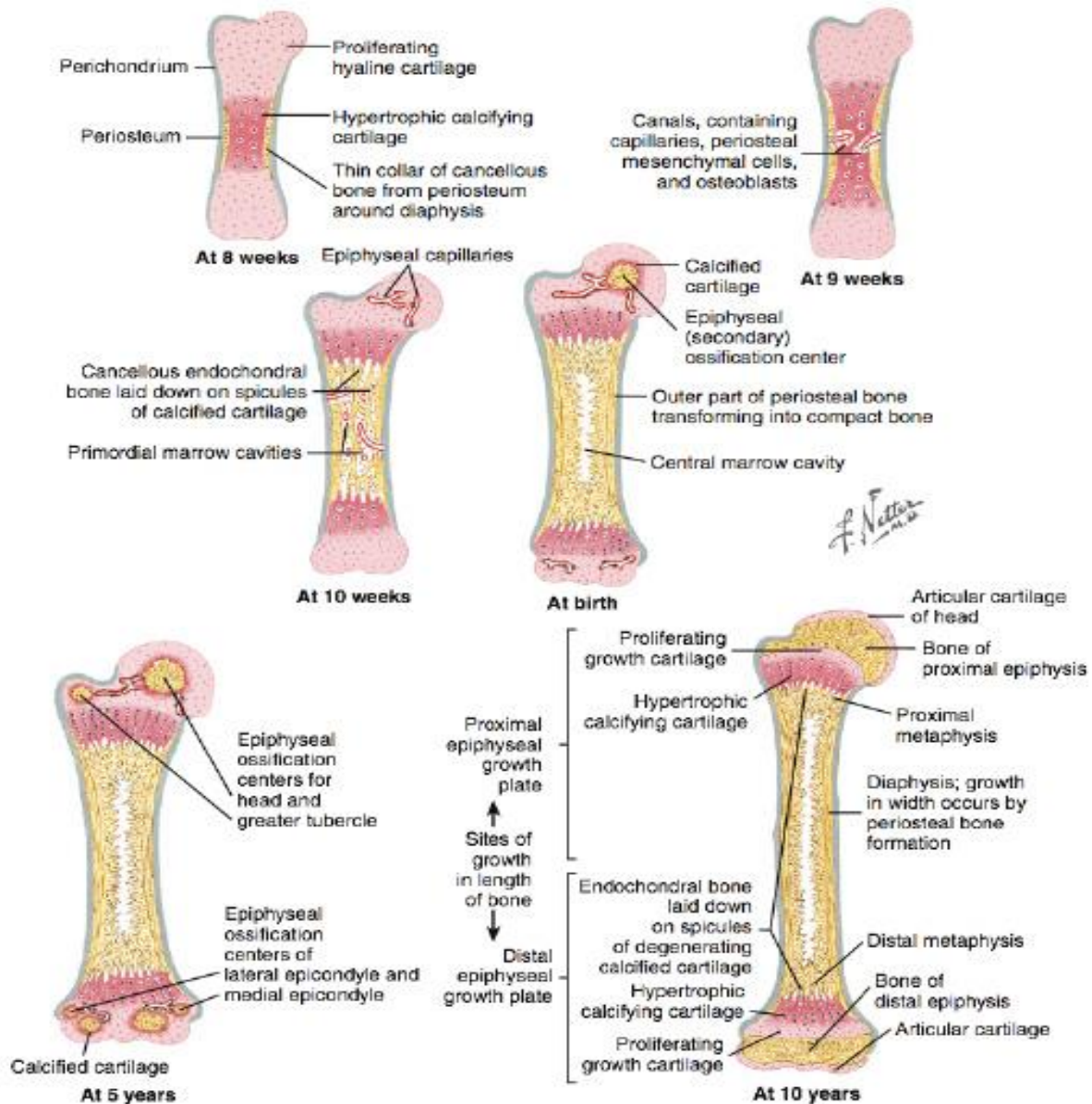


Se muestra los movimientos de la articulación del carpo, tanto en el plano sagital como frontal.

**Referencia:** [https://www.researchgate.net/figure/Movimientos-del-pulgar-e-indice-Fuente-Rene-Cailliet-Anatomia-funcional-biomecanica\\_fig7\\_312263802](https://www.researchgate.net/figure/Movimientos-del-pulgar-e-indice-Fuente-Rene-Cailliet-Anatomia-funcional-biomecanica_fig7_312263802)



## ANEXO 10: Fisiopatología



Se muestra la consolidación o reparación ósea primaria ocurre cuando existe un contacto directo e íntimo entre los fragmentos de la fractura, y además se muestra la consolidación ósea secundaria consiste en la mineralización y el reemplazamiento óseo de una matriz cartilaginosa con la formación de un callo óseo característico en la radiografía.

### Referencia:

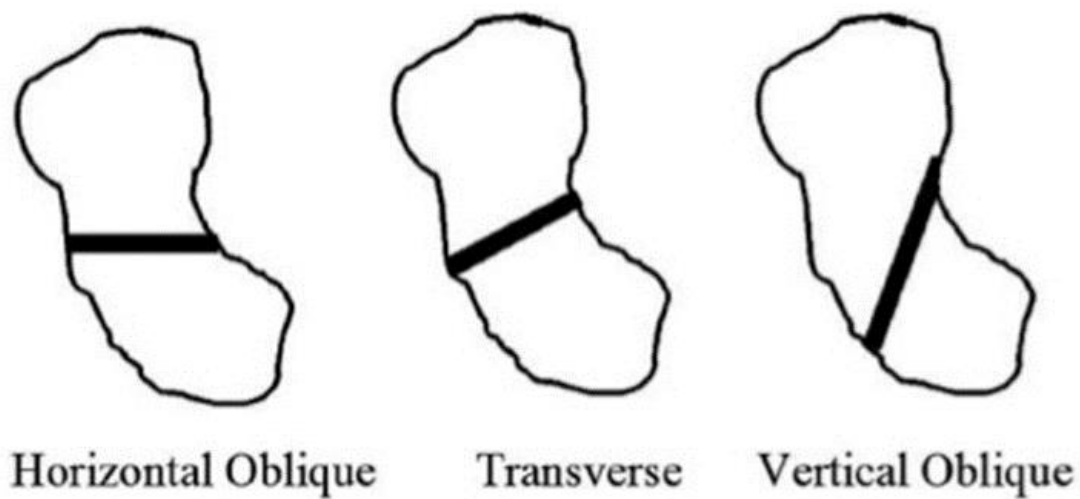
<http://www.docenciatraumatologia.uc.cl/desarrollo-esqueleto-consolidacion-osea-k>

## ANEXO 12: Fractura de escafoides



**Referencia:** <https://www.tutraumatologo.com/wordpress/escafoides/>

### ANEXO 13: Clasificación de fracturas



Se muestra la clasificación de la fractura de escafoides

#### Referencia:

<https://www.slideshare.net/IceColdFactor/19-seminario-fx-escafoides-mtc-y-falanges-df>

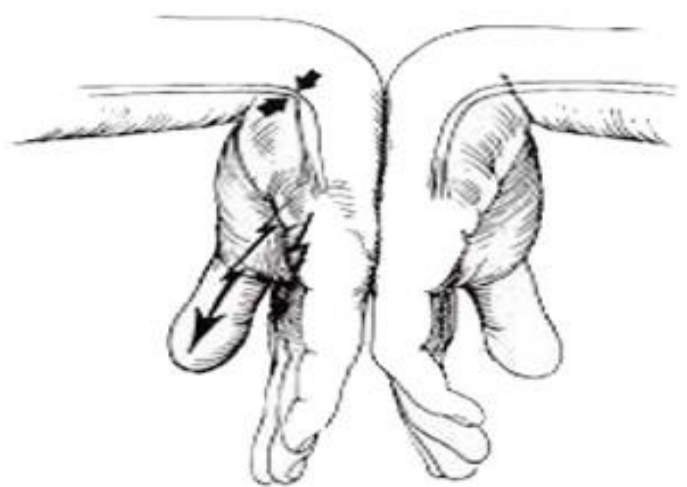


## ANEXO 14: Test de Tinel

### Test de Tinel



### Test de Phalen



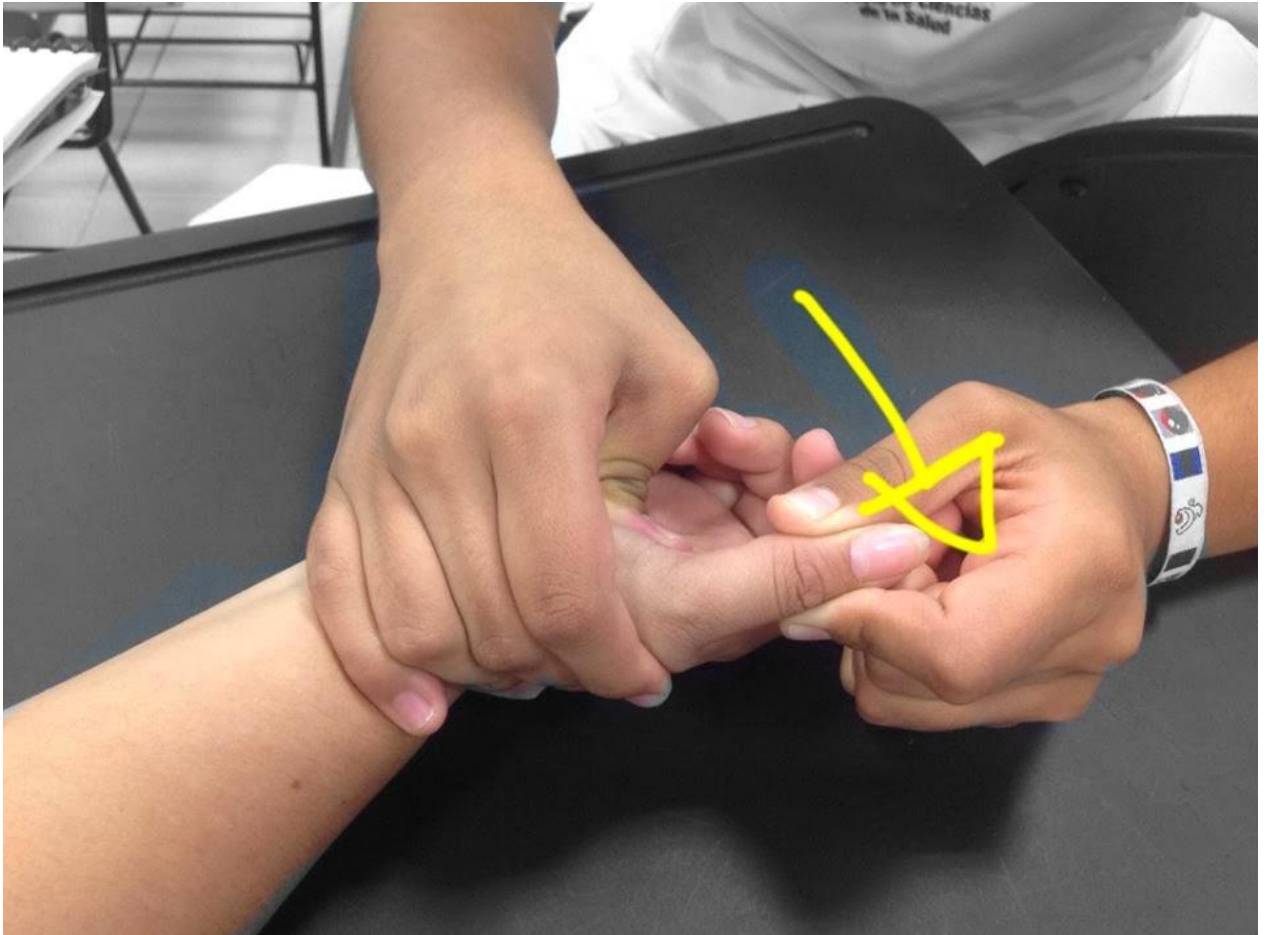
Se muestra la prueba de Tinel que es un signo clínico utilizado para detectar la irritación o inflamación de un nervio.

#### Referencia:

[https://www.enfermeriadeciudadreal.com/articulo\\_imprimir.asp?idarticulo=707&accion](https://www.enfermeriadeciudadreal.com/articulo_imprimir.asp?idarticulo=707&accion)



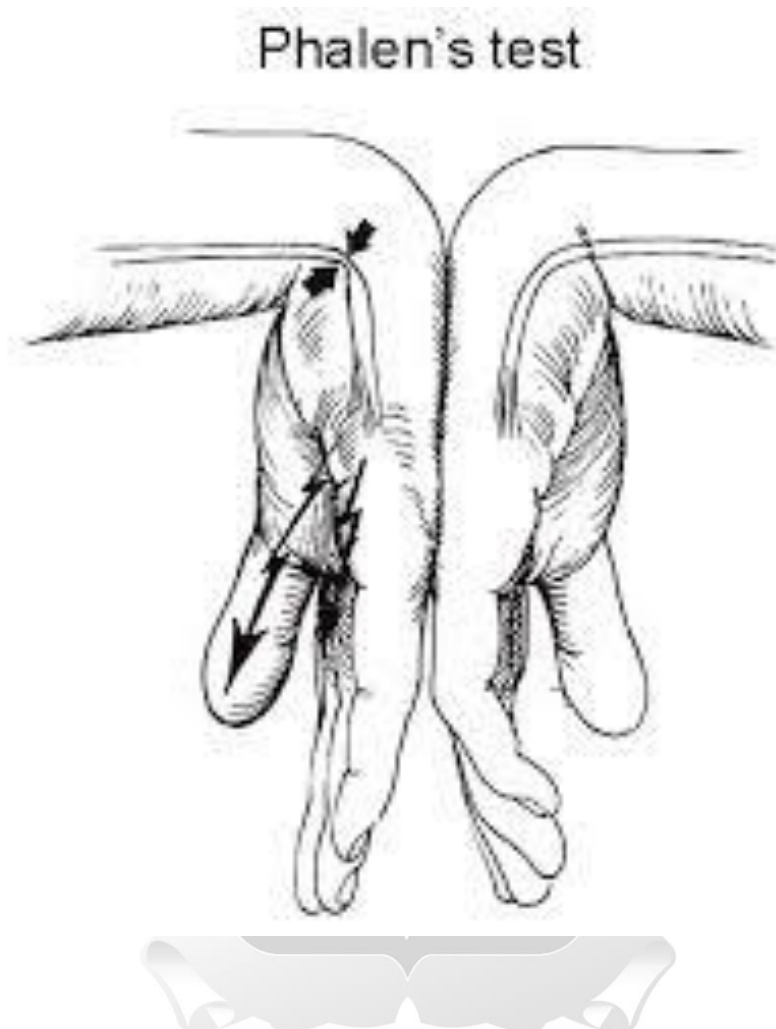
## ANEXO 15: Prueba de compresión



**En la figura 15.** Se muestra la prueba de compresión

**Referencia:** <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-las-lesiones-mano-urgencias-13022435>

## ANEXO 16: Test de Phalen



Se muestra la prueba de Phalen es una prueba clínica, diagnóstica de síndrome del túnel carpiano

### Referencia:

<https://freedpt.wordpress.com/2016/10/07/phalens-test-phalens-maneuver/>

## ANEXO 17: Crioterapia



Se muestra la aplicación de la crioterapia.

**Referencia:** <http://pilar1001.blogspot.com/2017/02/tratamiento-agentes-fisicos.html>



## ANEXO 18: Masaje



Se muestra masajes circulatorios en la mano.

**Referencia:** <http://www.innatia.com/s/c-tipos-de-masajes/a-como-eliminar-liquidos-con-masajes-de-drenaje-linfatico-9024.html>

## ANEXO 19: Electroterapia



Se visualiza el uso de la electroterapia en la región de la mano

### Referencia:

<https://rehabilitacionterapiaocupacional.wordpress.com/author/medecinarehabilitatori-aisaura/>

## ANEXO 20: Ejercicios de sensibilización

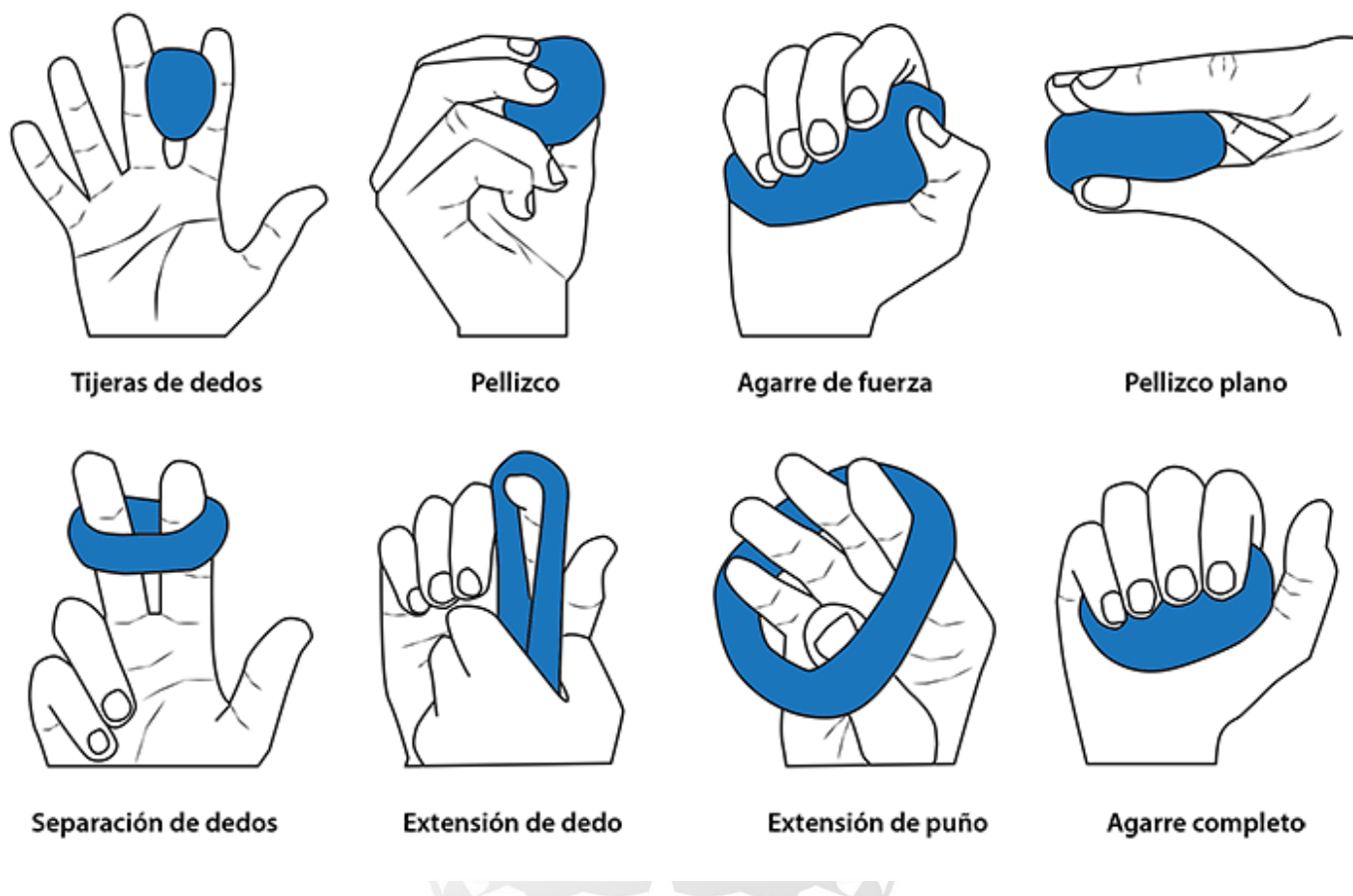


Se visualiza el trabajo de diferentes texturas para el trabajo de la sensibilidad.

**Referencia:** <https://neuroalicante.es/importancia-de-la-reeducacion-sensorial-en-la-terapia-de-mano/>



## ANEXO 21: Ejercicios de fortalecimiento



Se visualiza diferentes rangos de movimiento de la articulación del carpo con una leve resistencia.

**Referencia:** <https://www.flintrehab.com/es/2019/ejercicios-de-terapia-ocupacional-para-mano/>



